

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta bezpečnostního inženýrství

Katedra ochrany obyvatelstva

Studium možného zneužití chemických látek

Study of Possible Misuse of Chemicals

autor:	Bc. Miroslav Kiedroň
vedoucí práce:	doc. Ing. et Ing. Karel Klouda, CSc., Ph.D., M.B.A.
studijní obor:	Bezpečnostní plánování
termín zadání práce:	16.06.2014
termín odevzdání práce:	17.04.2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta bezpečnostního inženýrství
Katedra ochrany obyvatelstva

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Miroslav Kiedroň**
Studijní program: N3908 Požární ochrana a průmyslová bezpečnost
Studijní obor: 3908T007 Bezpečnostní plánování
Téma: Studium možného zneužití chemických látek
Study of Possible Misuse of Chemicals

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

Vypracování studie o možnostech zneužití chemických látek uvedených v příloze č. 3, seznamu 2
Nebezpečné látky a příloze č. 4, seznamu 3 Méně nebezpečné látky vyhlášky č. 208/2008 Sb.

Charakteristika práce:

Rešerše dostupných literárních zdrojů. Analýza současné situace v podmínkách ČR a v zahraničí.
Vyhodnocení získaných poznatků. Návrh řešení dalšího postupu. Zhodnocení navrženého řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:


MATOUŠEK, J., LINHART, P.: CBRN: chemické zbraně. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005. ISBN 80-866-3471-X
Ženevský Protokol o zákazu užívat ve válce dusivých, otravných nebo podobných plynů a bakteriologických prostředků
Úmluva o zákazu vývoje, výroby, hromadění zásob a použití chemických zbraní a jejich zničení
Zákon č. 19/1997 Sb., o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní
Vyhláška č. 208/2008 Sb., prováděcí předpis zákona o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní
MATOUŠEK, J., URBAN, I., LINHART, P.: CBRN: detekce a monitorování, fyzická ochrana, dekontaminace. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008. ISBN 978-80-7385-048-7
SVOBODA, J.: Organická chemie I. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2005. ISBN 80-708-0561-7

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. et Ing. Karel Klouda, CSc., Ph.D., M.B.A.**

Datum zadání: 16.06.2014

Datum odevzdání: 17.04.2015


doc. Ing. Vilém Adamec, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Poledňák, Ph.D.
děkan fakulty

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů;
- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby 1);
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava (dále jen VŠB – TUO), dostupná k prezenčnímu nahlédnutí;
- beru na vědomí, že VŠB – TUO má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít v souladu s § 35 odst. 3 2);
- beru na vědomí, že podle § 60 3) odst. 1 autorského zákona má právo VŠB – TUO na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 3) odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého VŠB – TUO nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Jméno, příjmení **Miroslav Kiedroň**

Adresa **Karlovice 353, 793 23 Karlovice**

Dne:

Podpis:.....

.....
1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst.

3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité zdroje a literaturu.

Bc. Miroslav Kiedroň

Karlovice 353, 793 23 Karlovice

Dne:.....

Podpis:.....

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce doc. Ing. et Ing. Karlu Kloudovi CSc., Ph.D., M.B.A., za cenné rady, tvůrčí atmosféru při konzultacích a celkově vstřícný přístup, panu doc. Ing. Vilému Adamcovi, Ph.D. děkuji za cennou pomoc a rady. Také děkuji své přítelkyni a rodině za podporu při studiu a jazykovou korekturu diplomové práce.

KIEDROŇ, Miroslav, Bc. *Studium možného zneužití chemických látek*. Ostrava, 2015. Diplomová práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce: doc. Ing. et Ing. Karel Klouda, CSc., Ph.D., M.B.A.

Anotace

Studie zkoumá možnosti, zdroje a způsoby zneužití chemikálií dostupných na trhu k přípravě a použití toxických látek a látek vyčleněných v předpisu evropské komise o dvojím užití zboží a technologií a předpisech vyplývajících z Mezinárodní úmluvy o zákazu vývoje, výroby, hromadění zásob a použití chemických zbraní a o jejich zničení. Jsou uvažovány zdroje zneužitelných látek z chemického průmyslu, obchodu ať už jako jejich prekurzorů, nebo výsledných toxických látek. Cílem práce je ukázat na zneužitelnost dostupných chemických látek i látek seznamů 2 a 3 vyhlášky SÚJB[5].

Klíčová slova: otravná látka, zneužití chemických látek, OPCW, SÚJB, Ženevská úmluva o zákazu chemických zbraní, ochrana obyvatelstva.

KIEDRON, Miroslav. *Study of Possible Misuse of Chemicals*. Ostrava, 2015. Diploma thesis. VŠB-TUO. Supervisor: doc. Ing. et Ing. Karel Klouda, CSc., Ph.D., M.B.A.

Summary

The goals of the thesis sets possibilities and sources to misuse of chemicals available on global market of chemicals. Its chemicals are set off by European Commission Law - Council regulation for the control of exports, transfer, brokering and transit of dual-use items and International Law - Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on their Destruction (CWC). Sources of its chemicals are meant as chemical industry sources and its trading with precursors and toxic chemicals itself. Final conclusion is the annex with the ways to make exploitable substances and their precursors mostly sets in Chemical Weapons Convention and more.

Keywords: Lethal Chemical, Misuse of (lethal) Chemicals, CWC, OPCW, SÚJB (Government Council for Nuclear Safety in Czech Republic), Geneva Convention on the Prohibition of Chemical Weapons, Civil Protection.

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Analýza současného stavu problematiky zákazu chemických zbraní	2
2.1. Právní předpisy související se zákazem chemických zbraní	3
2.2. Rešerše dostupné literatury	4
3. Typologie chemických zbraní	6
3.1. Základní pojmy.....	6
3.2. Vojenská klasifikace otravných látek OL.....	9
3.3. Rozdělení podle toxicity	9
3.3.1. Dráždivé látky	9
3.3.2. Dráždivé látky – polyvalentně působící	14
3.3.3. Zneschopňující látky	18
3.3.4. Obecně jedovaté látky	18
3.3.5. Dusivé látky	19
3.3.6. Zpuchýřující látky	20
3.3.7. Nervově paralytické látky	21
3.4. Mechanismy působení otravných látek	30
3.4.1. Toxikologie nervově paralytických látek	30
3.4.2. Intoxikace nervově paralytickými látkami	34
4. Možnosti syntézy otravných látek v improvizovaných podmínkách a zneužití průmyslových chemikálií	35
4.1. Zneužití průmyslově vyráběných pesticidů	35
4.2. Možná rizika zneužití chemikálií použitých v průmyslu.....	40
4.3. Shrnutí vybraných rizikových látek dostupných na trhu	50
5. Dostupnost chemických látek a přípravků	51

5.1.	Mezinárodní právní předpisy	51
5.2.	Evropské předpisy	52
5.3.	Právní předpisy České republiky pro nakládání s chemickými látkami.....	54
6.	Diskuse výsledků.....	56
7.	Závěr.....	58
8.	Použitá literatura	59
9.	Seznamy obrázků a tabulek.....	67
10.	Přílohy.....	70

Seznam použitých zkratk

AC	kyanovodík
CBRN agents	Chemical – Biological – Radiological – Nuclear agents (Chemické – biologické – radiologické a nukleární agenty)
CG	fosgen
CK	chlorkyan
CR	dibenz[b,f]-1,4-oxazepin
CS	2-chlorbenzylidenmalonnitril
ČR	Česká republika
DA	Clark I (difenylchlorarsan)
DFP	diethylfluorofosfonát
DM	adamsit (10-chlor-5,10-dihydrofenarsazin)
DP	difosgen
EU	Evropská Unie
GA	tabun (O-ethyl N,N-dimethyl fosforamidokyanidát)
GB	sarin (O-isopropyl methylfosfonofluoridát)
GD	soman (O-pinakolyl methylfosfonofluoridát)
GF	cyklosarin (O-cyklohexyl methylfosfonofluoridát)
H, HD	siřný yperit bis(2-chlorethyl)sulfid
HN (HN-3)	dusíkový yperit tris(2-chlorethyl)amin
MV-GŘ HZS ČR	Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky
NL	nebezpečná látka
NPL	nervově paralytické látky
OC	kapsaicin
OL	otravné látky
OPCW	Organisation for Prohibition of Chemical Weapons (Organizace pro zákaz chemických zbraní)

OSN	Organizace spojených národů (United nations)
PFIB	perfluorisobuten
PIO	prostředky individuální ochrany
PS	chlorpikrin (trichlornitromethan)
R-VX	látka R-VX (SSSR) (O-isobutyl S-[2-(diethylamino)ethyl] methylfosfonothiolát)
SSSR	Sovětský svaz socialistických republik
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚJCHBO	Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany
USA	United States of America (Spojené státy americké)
VX	látka VX (USA) (O-ethyl S-[2-(diisopropylamino)ethyl] methylfosfonothiolát)

1. Úvod

V současnosti se využívá produktů chemie v masovém měřítku. Počet vyvinutých registrovaných sloučenin se dnes počítá na desítky milionů registrovaných anorganických i organických látek a jejich počet stále narůstá s dalším vývojem. Je proto nezbytné se zabývat bezpečností a předpisy omezovat přístup k látkám s nebezpečnými vlastnostmi, které by mohly vést ke zneužití takových látek. Zejména se jedná o látky chemicky podobné s otravnými látkami zakázaných Úmluvou o zákazu chemických zbraní a látky, které by mohly sloužit k přípravě vysoce toxických sloučenin z běžně dostupných chemikálií a přípravků.

Díky mezinárodním úmluvám je při válečných konfliktech vedených přistoupivšími státy garantováno konvenční vedení války. Touto Úmluvou se však nemusí cítit vázáni jedinci, či organizace, které by mohly otravné látky, nebo jiné nebezpečné látky, zejména toxické, zneužít a ohrozit obyvatelstvo.

Tato práce si klade za cíl zanalyzovat možnosti zneužití chemických látek uvedených v příloze č. 3, seznamu 2 Nebezpečné látky a příloze č. 4, seznamu 3 Méně nebezpečné látky vyhlášky č. 208/2008 Sb[5]. Analýza současného stavu problematiky v ČR a ve světě práce hodnotí současný stav, součástí práce je popis základních látek v minulosti použitých jako chemické zbraně. Praktickým výstupem práce je průzkum dostupnosti látek na trhu, seznam zneužitelných látek a návrh syntéz toxických látek a jejich prekurzorů. V závěru jsou diskutovány výsledky a navrženy alternativy řešení. *Části práce, vyjmuté do samostatné přílohy [10 příloha č. 1], obsahují údaje z oblasti krizového řízení, které by v případě zneužití mohly vést k znemožnění nebo omezení činnosti orgánu krizového řízení, ohrožení života a zdraví osob, majetku, životního prostředí nebo podnikatelského zájmu právnické osoby nebo fyzické osoby vykonávající podnikatelskou nebo jinou obdobnou činnost, a které jsou podle § 27 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), ve znění pozdějších předpisů, označeny jako „Zvláštní skutečnosti“. Literatura k příloze[3][26][27][29][30][31][33][49][50][51][54][56][57].*

2. Analýza současného stavu problematiky zákazu chemických zbraní

Stěžejními předchůdci dnešních dohod jsou tyto listiny, z nichž první je *Ženevský Protokol o zákazu užívat ve válce dusivých, otravných nebo podobných plynů a bakteriologických prostředků* ze 17. června 1925, podepsán v Ženevě pod záštitou Spojených národů (dále jen OSN). Ty se shodly na první závazné právní ochraně proti použití zbraní hromadného ničení[4].

Rozšiřujícím dokumentem mezinárodních dohod je *Úmluva o zákazu vývoje, výroby a hromadění zásob bakteriologických (biologických) a toxinových zbraní a o jejich zničení* podepsaná v Londýně, Moskvě a Washingtonu 10. dubna 1972 pod záštitou Organizace spojených národů[4].

Úmluva o zákazu vývoje, výroby, hromadění zásob a použití chemických zbraní a o jejich zničení

Úmluva[1] je mezinárodně závazný dokument stanovující plošný zákaz chemických zbraní jako prostředku zbraní hromadného ničení.

Na rozdíl od Ženevského protokolu Úmluva přesně stanovuje pravidla, meze, množství, užití a oprávnění států a jejich subjektů pro manipulaci se zakázanými látkami. Součástí úmluvy je seznam zakázaných látek a jejich prekurzorů.

OPCW

Organisation for Prohibition of the Chemical Weapons[2] je nadnárodní organizace se sídlem v Haagu. Nespadá pod OSN, ale těsně s ní spolupracuje v rámci její agendy. Organizace provádí úkony stanovené Úmluvou o zákazu chemických zbraní.

Tato organizace je složena ze tří základních částí:

Konference členských zemí je nejvyšším orgánem organizace, jsou v ní zastoupeny všechny členské státy. Konference se schází jednou ročně a má v pravomoci volit předsedu OPCW.

Výkonná rada je orgánem mezi zasedáními Konference členských zemí. Rada má 41 členů, ti jsou delegováni z členských zemí na regionální rotační bázi (Afrika – 9, Asie – 10, Východní Evropa – 5, Latinská Amerika a Karibik – 7, Západní Evropa a další země – 10). Každoročně volí polovinu členů (na dva roky), předsedu na jeden rok.

Technický sekretariát vykonává praktické úkoly organizace. Má Generálního ředitele, zástupce a devět odborů v čele s ředitelem. Tento štáb má zhruba pět set členů (z nich dvě stě inspektorů) z více než šedesáti členských zemí.

Speciálními poradními orgány *Konference a Rady* jsou:

- Vědecký poradní sbor (25 nezávislých expertů),
- Komise pro problémy utajení,
- Poradní sbor pro administrativní a finanční záležitosti. [3]



Obrázek 1 - Logo organizace OPCW[2]



Obrázek 2 - Sídlo OPCW v Nizozemském Haagu[2]

2.1. Právní předpisy související se zákazem chemických zbraní

Nařízení Rady (ES) č. 1334/2000 ze dne 22. června 2000[7]

Dokument Evropského společenství pro zavedení režimu Společenství pro kontrolu vývozu zboží a technologií dvojího užití. Dokument se týká technologií a zboží, na které je brán zvláštní zřetel z důvodu zneužití zejména státy, které nepřijaly mezinárodní režimy nešíření a ujednání o kontrole vývozu, nebo neratifikovaly příslušné mezinárodní smlouvy.

Součástí tohoto dokumentu je seznam nebezpečných látek a jejich označení publikované v předpisech České republiky (vyhláška č. 208/2008 Sb.). [5][7]

Zákon č. 350/2011 Sb. o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (Chemický zákon)[8]

Tento předpis určuje práva a povinnosti právnických a podnikajících fyzických osob pro výrobu, klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování, uvádění na trh, používání, vývozu a dovozu chemických látek, což v kontextu této práce znamená dostupnost těchto látek pro zneužití.

Zákon č. 19/1997 Sb. o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní[6]

Vnáší mezinárodní předpis Úmluvy do českého právního prostředí. Stanovuje odpovědné orgány za problematiku výkonu státní správy a kontrolní činnosti. Zodpovědným úřadem je Státní ústav pro jadernou bezpečnost (dále jen „SÚJB“), který vykonává činnost Úřadu pro kontrolu zákazu chemických zbraní. [6]

Vyhláška č. 208/2008 Sb., kterou se provádí zákon o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní[5]

Prováděcí vyhláška k zákonu uvedeném výše stanoví:

- a) obsah hlášení o činnostech prováděných k ochranným účelům,
- b) seznamy vysoce nebezpečných, nebezpečných a méně nebezpečných látek,
- c) objekty, ve kterých je možno vyrábět vysoce nebezpečné látky,
- d) obsah hlášení o nakládání s vysoce nebezpečnými, nebezpečnými a méně nebezpečnými látkami a o výrobě určitých organických chemických látek,
- e) koncentraci nebezpečné látky a méně nebezpečné látky ve směsi s jinými látkami a způsob balení výrobků obsahujících nebezpečné látky a méně nebezpečné látky pro účely jejich ohlašování a převodů,
- f) podrobnosti o vedení evidence vysoce nebezpečných, nebezpečných a méně nebezpečných látek. [5]

2.2. Rešerše dostupné literatury

MATOUŠEK, Jiří a Petr LINHART. *CBRN: chemické zbraně*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005. ISBN 80-866-3471-X.[3]

Kniha shrnuje vývoj a základní vlastnosti chemických zbraní a to zejména jejich hlavní složku – otravné látky. Podává moderní informace o chemických zbraních, typech, účinku, ochraně, první pomoci. Nastiňuje problematiku chemického terorismu a zákazu chemických zbraní a úlohu Ženevského protokolu (1925) a Úmluvy o zákazu vývoje, výroby, hromadění a použití chemických zbraní a o jejich zničení (1993) a stav jejich plnění.

PITSCHMANN, Vladimír. *Chemické zbraně a ochrana proti nim*. 1. vyd. Praha: Manus, 2011. ISBN 978-80-86571-11-9.[13]

Uvedená kniha má velmi podobný záběr jako předešlá publikace pánů Matouška a Linharta, popisuje působení bojových otravných látek na člověka, typy BCHL, ochranu, dekontaminaci

a navíc obsahuje kapitoly vztažené k modelování šíření těchto látek, problematiku ochrany obyvatelstva a strategii bezpečnostní politiky pro zdravotnictví.

STŘEDA, Ladislav, Bedřich UCHYTIL a Tomáš STŘEDA. *Chemické látky Seznamu 2 a 3 podle Úmluvy o zákazu chemických zbraní*. Vyd. 1. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2006, 215 s. ISBN 80-86640-52-3.[19]

Publikace vydaná MV-GR HZS ČR se věnuje velmi podrobně látkám a prekursorům otravných látek jmenovaných v Seznamu 2 a 3 dle Úmluvy o zákazu chemických zbraní. Autoři diskutovali také možnosti úprav chemických provozů k výrobě zakázaných látek dle Úmluvy, stejně jako možnosti použití známých prekursorů. Oproti této publikaci tato práce poskytuje další náhled v podobě přípravy těchto látek (nebo podobnými) mimo průmyslové podniky s látkami volně dostupnými na trhu (např. pesticidy), pokud tyto možnosti existují. Lze ale předpokládat, že tradiční postupy výrob a k nim navržená kontrolní opatření daná Úmluvou nemusí být dostatečná vzhledem k velmi širokým možnostem příprav organických látek, známým vlastnostem funkčních skupin a vývojem generik.

SVOBODA, Jiří. *Organická chemie I*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2005, 291 s. ISBN 80-708-0561-7.[20]

Skriptum VŠCHT Praha obsahuje základní znalosti organické chemie, chemických syntéz a fyzikální zákonitosti kterými se řídí reakční mechanismy, které by měly pro účely této práce dostačovat pro pochopení způsobů získání otravných látek z průmyslových podniků či volného trhu a navržených příprav v improvizovaných podmínkách.

JANECZKOVÁ, Anna. *Organická chemie: studijní text pro SPŠCH*. 2., upr. a dopl. vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2001, 160 s. ISBN 80-863-6904-8.[54]

Toto skriptum pro střední průmyslové školy nabízí obzvláště srozumitelný výklad dějů a reakcí v organické chemii. Pro úplnost tedy uvádím i tuto publikaci, protože může vysvětlit detaily, které nemusí být ve vysokoškolské publikaci pojaty.

KIZLINK, Juraj. *Technologie chemických látek a jejich využití*. 4., přeprac. a dopl. vyd. Brno: VUTUM, 2011, 546 s. ISBN 978-80-214-4046-3.[21]

Publikace je věnována průmyslové chemii, výrobě velkého množství rozličných chemikálií a jejich technologie. Pro účely této práce a úvaze nad zneužitím látek z průmyslových podniků je kniha vhodná pro ilustraci fungování těchto provozů a chemických látek, které figurují při výrobě.

Chemické, fyzikálně-chemické, toxické a jiné vlastnosti nebezpečných látek jsou převzaty z odborné literatury, nebo chemické databáze Medis Alarm.

KLOUDA, Pavel. Fyzikální chemie: studijní text pro SPŠCH. 2., upr. a dopl. vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2002, 139 s. ISBN 80-863-6906-4.[22]

Skriptum pro střední průmyslové školy zaměřené na chemii obsahuje srozumitelně zpracovanou látku vysvětlující také problematiku fyzikálně-chemických vlastností chemických zbraní, konkrétně chování chemikálií v disperzních soustavách, těkavost (tenzi nasycených par kapaliny), chování těchto látek v atmosféře (relativní hustota par) a jiné.

3. Typologie chemických zbraní

Otravné látky (dále jen „OL“) mají díky svým chemickým a fyzikálním vlastnostem různé účinky, které jsou klíčové pro jejich užití jako chemických zbraní. Následující rozbor má za úkol seřadit účinky a základní skupiny látek i s jejich představiteli, protože v další části práce jsou zneužitelné látky srovnány se známými představiteli OL.

Chemickými zbraněmi se dle Úmluvy[1][4] rozumí:

- I. toxické chemické látky a jejich prekurzory s výjimkou těch, které jsou určeny pro účely nezakázané touto Úmluvou, pokud druhy a množství odpovídají těmto účelům;
- II. munice a prostředky zvláště navržené k usmrcení nebo způsobení jiné újmy na zdraví toxickým působením toxických chemických látek uvedených v písmenu a), které by se uvolnily v důsledku použití této munice a prostředků;
- III. libovolné vybavení zvláště navržené k použití v přímé souvislosti s použitím munice a prostředků uvedených v písmenu b).

3.1. Základní pojmy

Níže je uveden výčet základních pojmů použitých v dalších kapitolách s vysvětlivkami a některými hodnotami, které nemusí být z textu zřejmé, jsou ale pro vykreslení povahy látek stěžejní.

Tabulka 1 – slovníček základních pojmů užívaných v oblasti chemických zbraní[3]

perzistence OL v terénu	Doba, po kterou zůstává OL ve významné koncentraci v zasaženém území viz. poločas hydrolýzy;
normální podmínky	$T = 293,15\text{K}$ ($t = 20^\circ\text{C}$), $p = 101,325\text{kPa}$,
inhalační intoxikace	Zasažení těla skrz nechráněnou dýchací soustavu, vstřebání do krve plicemi. Je to nejnebezpečnější způsob otravy.
perorální intoxikace	Zasažení OL zejména při požití kontaminované vody. Látka se vstřebává sliznicemi v ústech, hltanu a stěnou žaludku.
perkutánní, dermální vstřebávání	Vstřebávání OL povrchem těla – neporušenou kůží, dochází k difuzi pokožkou – výrazné zpoždění účinku a nutná vyšší dávka;
parenterální intoxikace	Zasažení porušené kůže a otevřených ran je výrazně rychlejší, než dermální intoxikace, rychlostí se blíží inhalační intoxikaci.
intraokulární intoxikace	Zasažení očí – snadný průnik plynů a par kapalin oční rohovkou a sliznicí spojivkového vaku, jde o jeden z nejnebezpečnějších druhů intoxikace, zvláště u nervově-paralytických látek s nejrychlejším rozvojem symptomů zasažení.
tepelná stálost	Odolnost OL proti vysokým teplotám (význam při distribuci ve výbušné munici).
hustota (d^{20} při 20°C)	Hustota látky v $[\text{g}/\text{cm}^3$ (kg/m^3)] při určité teplotě (20°C)
P^{20} tenze nasycených par	Tlak nasycené páry nad hladinou kapaliny při dané teplotě (20°C). [mbar]
C_{MAX}^{20} Těkavost	Maximální koncentrace OL v médiu $[\text{mg}/\text{m}^3]$
Relativní hustota par	Podíl molekulové hmotnosti OL ke střední molekulové hmotnosti vzduchu, dle vztahu $\rho_{OL} = \frac{M_{OL}}{28,9}$ [3].
LD_{50}	Střední smrtelná (letální) dávka – dojde k úmrtí poloviny osob při dané koncentraci toxinu. Dávka podávána perorálně, intravenózně, intramuskulárně, subkutánně, perkutánně, nebo intraperitoneálně. Množství vyjádřené v $[\text{mg}/\text{kg}$, $\text{g}/\text{kg}]$.
TC_{50}	Střední prahová koncentrace - dávkový příkon (koncentrace OL ve vzduchu vztažený po dobu expozice), který vyvolává první příznaky zasažení. U dráždivých látek to je podráždění, u NPL

	počáteční symptomy tzv. miosu (zúžení zornic) a dýchací potíže.
EC ₅₀	Střední zneschopňující koncentrace – dávkový příkon (koncentrace OL ve vzduchu vztažený po dobu expozice), který znamená střední koncentraci působící zneschopnění. U dráždivých látek je to nesnesitelná koncentrace, u NPL pokročilé symptomy znemožňující běžné činnosti.
LC ₅₀	Střední smrtící koncentrace – je u všech typů OL jednoznačný pojem.
k	Rychlostní konstanta chemické reakce [h ⁻¹]
v	Okamžitá rychlost chemické reakce [mol.s ⁻¹]
teplotní stálost	Odolnost OL vůči tepelnému namáhání při výstřelu, výbuchu a termickému způsobu rozptylu, kvůli rozkladným procesům při vysokých teplotách (fosgen >300°C, yperit >180°C, sarin 140°C)
stálost vůči obalovým materiálům	Mnoho OL jsou halogenderiváty či jiné látky, které při hydrolyze leptají kovové obaly. Jde tedy o velký problém týkající se bezpečnosti při manipulaci, skladování, výrobě atd. Problémem mohou být látky katalyzující rozkladné procesy, proto je u OL uváděna reaktivita.
hydrolyza	Reakce OL s vodou je obecně nejdůležitější reakcí. Ovlivňuje účinnost a perzistenci v terénu. OL se mohou rozkládat na více, či méně nebezpečné sloučeniny. Hydrolyza je základní způsob dekontaminace (spolu s kyselými, či spíše alkalickými činidly, které proces urychlují). Problémem je rozpustnost s rychlostí hydrolyzy, protože OL mohou kontaminovat vodní zdroje (např. sarin).
oxidace	Většina OL je dostatečně stálá na vzdušném kyslíku, než aby měla oxidace podstatný vliv na perzistenci OL v terénu.

3.2. Vojenská klasifikace otravných látek OL

Rozdělení OL dle vlastností rozhodujících pro vojenské použití – ničivost OL, rychlost účinku a stálost v terénu.

- Oslabující (vyčerpávající, obtěžující) – patří mezi ně všechny dráždivé a zneschopňující látky. Skupinu těchto látek spojuje skutečnost, že v otevřeném terénu mají neletální (neusmrcující) účinek. Při silnější expozici (delší doba, koncentrace látky) mohou být dopady vážnější, díky mimořádně silným dávkám OL dojde k vytvoření letálních koncentrací [3](protiteroristický zásah speciálních jednotek v Moskevském divadle v roce 2002[74][74]).
- Vyřazující (usmrcující, ničivé) – označení pro všechny ostatní látky s výrazně vyšší toxicitou. Tyto látky působí po zasažení těžké ztráty na zdraví a životech (v otevřených prostorech). Označení „letální“ je tedy na místě.

3.3. Rozdělení podle toxicity

V jednotlivých podkapitolách je uvedeno zejména rozdělení na základě toxicity (humánní toxicity), které je nejčastějším způsobem členění těchto látek [3].

3.3.1. Dráždivé látky

První látky této skupiny byly použity v I. Světové válce. Z 39 použitých OL bylo 23 látek s dráždivým účinkem (často navíc s jiným toxickým, či dusivým účinkem). Využita byla široká paleta látek s různými účinky k oklamání a zmatení nepřítele spolu s dusivými, nebo zpuchýřujícími látkami.

Dělení této skupiny je podle převládajícího účinku na *slzné (slzotvorné) látky (lakrimátory)* a *látky dráždící horní cesty dýchací (sternity)*.

Dráždivé látky s převládajícím slzným účinkem – lakrimátory

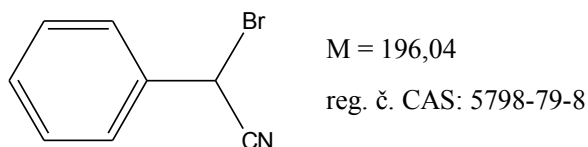
První bojově nasazené látky (Srpen 1914 – Paříž – použití slzných granátů s ethylbromacetátem proti bankovním lupičům). Od této doby bylo vyzkoušeno velké množství látek až do dnešní doby. Dnes se vývoj dopracoval ke dvěma látkám (brombenzylkyanid, chloracetofenon). Jedná se o pevné krystalické látky s vysokým bodem varu, díky kterému jsou vhodné pro šíření aerosolem vytvářeným termickým způsobem (krátká doba perzistence v terénu), nebo rozstříkem rozpuštěné látky v organickém rozpouštědle

(nerozpustné ve vodě – dlouhá doba perzistence). V tomto případě se řadí mezi perzistentní látky díky malé těkavosti, špatné rozpustnosti a stálosti vůči hydrolýze.

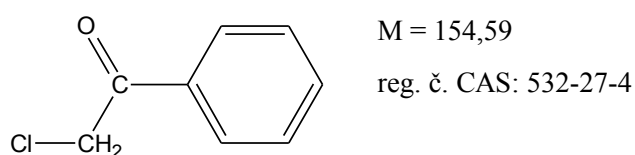
Toxický účinek lakrimátorů spočívá v selektivním dráždění receptorů senzitivních nervů v rohovce a spojivkách očí, při vysokých koncentracích i pálením dýchacích cest. To se projeví téměř okamžitým nástupem příznaků, což je silné pálení až pocit řezání na sliznici oční spojivky, provázené slzením a křečovitým sevřením víček. Následuje zarudnutí a otok očních spojivek a víček. Při přímém kontaktu s kůží může nastat podráždění a zarudnutí kůže. Při vysokých koncentracích jsou drážděny dýchací cesty, následují potíže s dýcháním, kašel, kýchání, výtok z nosu, bolesti hlavy a nevolnost vedoucí ke zvracení.

Příznaky odezní během minut, maximálně desítek minut po opuštění zamořeného prostoru. Avšak existuje riziko sekundární kontaminace částicemi lakrimátoru na oblečení, pak mohou příznaky přetrvávat po delší dobu.

Ochrana a první pomoc spočívá v použití PIO (individuální ochranný prostředek), tedy použití ochranné masky a opuštění exponovaného místa. Většinou nejsou zapotřebí žádná ošetření, maximálně při podráždění je vhodný výplach očí roztokem hydrogenuhličitanu sodného, borovou vodou, nebo jen dostatkem čisté vody[3][13].



Obrázek 3 - Strukturní vzorec brombenzylkyanidu[3]



Obrázek 4 - Strukturní vzorec chloracetofenonu[3]

Dráždivé látky s převládajícím účinkem na horní cesty dýchací – sternity

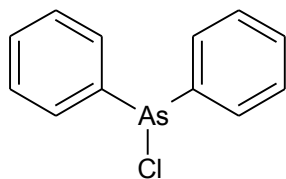
Látky s převládajícím dráždivým účinkem na horní cesty dýchací se začaly používat již na bojištích I. Světové války stejně náhle, jako lakrimátory. Prvními látkami byly Němci použitý O-dianisidin, dále dimethylsulfát, difenylchlorarsan, fenyldichlorarsan, difenylkyanarsan a ethylkarbazol. Mezi tyto látky (látky „modrého kříže“) je nutno zařadit adamsit, který se objevil po I. Světové válce. Z látek uvedených výše se později používaly vedle adamitu pouze difenylchlorarsan (Clark I) a difenylkyanarsan (Clark II). Označovány také jako „arsiny.“

Tyto látky jsou vesměs aromatické (resp. heterocyklické) sloučeniny arsenu. Stejně jako u lakrimátorů se jedná o pevné krystalické látky s vysokým bodem varu. Proto se běžně používají ve formě aerosolu, vytvořeného termickým způsobem. Pro účinné působení na horní cesty dýchací je klíčový záchyt aerosolových částic velikosti v řádu desítek μm . Podstatou působení je selektivní dráždění receptorů nervových zakončení v sliznicích dýchacích cest.

Příznaky intoxikace sternitem jsou v první řadě mučivý kašel, kýchání a pocit bolesti za hrudní kostí (sternem), podle které je tato skupina OL pojmenována. Dochází ke katarálnímu zánětu sliznic horních dýchacích cest. To je provázeno zvýšenou sekrecí na průduškových sliznicích a nosní dutiny. Při těžších otravách dochází k dušnosti a pocitu úzkosti. V nejtěžších případech intoxikace sternity hrozí vznik plicního otoku (edému), který je jinak typický pro zasažení dusivými látkami.

Oproti okamžitě působícím lakrimátorům, u sternitů dochází ke zpoždění účinku a nástupu příznaků v řádu minut. I po opuštění zasaženého prostoru příznaky odeznívají až po delší době, často i několik hodin po přerušení expozice.

Opatření ochrany a první pomoci jsou obdobná jako u lakrimátorů, tedy výplach nosní dutiny. Při první pomoci se doporučuje oxygenoterapie (podání kyslíku) s farmakologickou podporou dýchání spasmolytiky. V případě utlumení psychických reakcí jsou osoby zklidněny analgetiky. Proti sternitům lze nasadit specifická antidota, původně určená k terapii proti účinkům zasažení lewisitem[3][13].

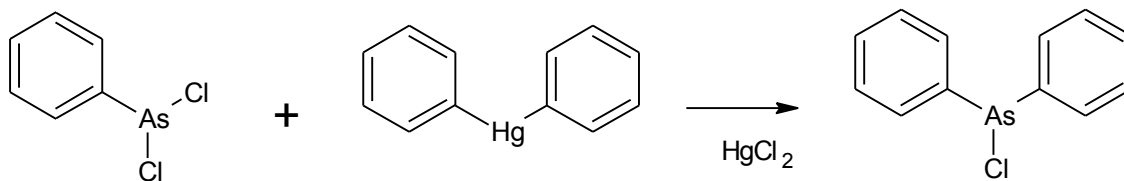


M = 264,59

reg. č. CAS: 712-48-1

Obrázek 5 – Strukturní vzorec látky Clark I (DA, difenylchlorarsan)[3]

Tuto OL poprvé připravili Michaelis a La Coste (1880) reakcí fenyldichlorarsanu s difenylrtutí.



Obrázek 6 – Příprava difenylchlorarsanu substitucí dle Michaelise a La Coste[3]

V čistém stavu tvoří bezbarvé krystalky. Rozkládá se částečně při teplotě $t \geq 300^{\circ}\text{C}$. Je nepatrně rozpustný ve vodě ($w = 0,2\%$), o mnoho lépe se rozpouští v organických (nepolárních) rozpouštědlech. Ve vodném prostředí pomalu hydrolyzuje za vzniku HCl a oxidu, který je toxický.

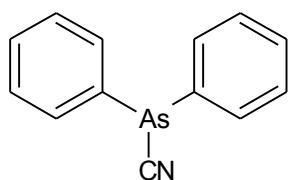
Pro dekontaminaci jsou vhodné vodně-alkoholické roztoky alkálií, či sirníku sodného a standardní vojenské dekontaminační prostředky.

Tabulka 2 – Fyzikálně-chemické vlastnosti difenylchlorarsanu a jeho toxicita[3]

bod tání [$^{\circ}\text{C}$]	41
bod varu [$^{\circ}\text{C}$]	333
relativní hustota par [-]	9,15
P^{20} [mbar]	$6,7 \cdot 10^{-4}$
C^{20}_{MAX} [mg/m^3]	0,68
TCt_{50} [$\text{mg} \cdot \text{min}/\text{m}^3$]	0,1
střední snesitelnost [$\text{mg} \cdot \text{min}/\text{m}^3$]	1
ECt_{50} [$\text{mg} \cdot \text{min}/\text{m}^3$]	15
LCt_{50} [$\text{g} \cdot \text{min}/\text{m}^3$]	15

Difenylkyanarsan

Neboli také Clark II se připravoval nejprve substituční reakcí DA s kyanidem. Tvoří bezbarvé hranolky s mírným zápachem, připomínajícím hořké mandle a česnek. Ve vodě se rozpouští stejně špatně jako DA ($w = 0,2\%$), lépe v organických rozpouštědlech. Hydrolyza probíhá pomaleji, než u DA. Vzniká při ní HCN a příslušný oxid (fenylarsanoxid)[3][13].



$M = 255,15$

reg. č. CAS: 23525-22-6

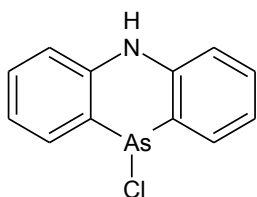
Obrázek 7 – Strukturní vzorec Clark II. (DC, difenylkyanarsan)[3]

Tabulka 3 – Fyzikálně-chemické vlastnosti Clark II a jeho toxicita[3]

bod tání [°C]	33,5 – 35
bod varu (rozklad) [°C]	346 – 350
relativní hustota par [-]	8,75
P^{20} [mbar]	$2,7 \cdot 10^{-4}$
TCt_{50} [mg.min/m ³]	0,01
střední snesitelnost [mg.min/m ³]	0,5 – 1
ECt_{50} [mg.min/m ³]	25
LCt_{50} [g.min/m ³]	10

Adamsit DM

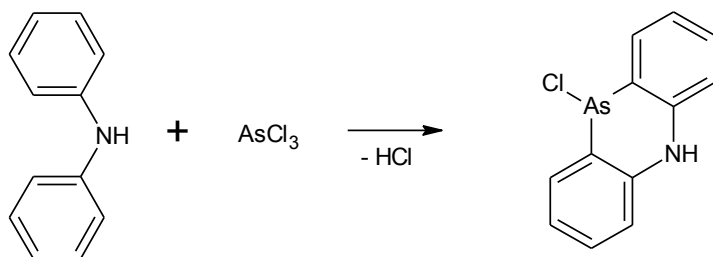
Syntetizován byl nejprve Wielandem (1915), nezávisle na něm byl syntetizován Adamsem (1918) reakcí difenylaminu s chloridem arsenitým.



$M = 255,15$

reg. č. CAS: 23525-22-6

Příprava 10-chlor-5,10-dihydrofenarsazinu reakcí difenylaminu s chloridem arsenitým:



Obrázek 8 - Strukturní vzorec Adamsitu (DM) a příprava dle Adamse a Wielanda[3]

Čistý adamsit má podobu jasně žlutých jehličkovitých krystalů romboické stabilní modifikace. V technické čistotě je látka zbarvena světle až temně zeleně nebo až hnědě (adamsit se totiž vyskytuje také v metastabilní monoklinické formě s bodem tání kolem 186°C a nestabilní triklinické formě s b. t. kolem 183°C). Je poměrně tepelně stálý, rozklad probíhá až při teplotách přes 320°C. Ve vodě se nerozpouští, poměrně špatně se rozpouští i v běžných nepolárních organických rozpouštědlech (benzen, xylén). Látka DM je odolnější vůči hydrolýze než DA a DC (vzniká dráždivý oxid), při reakci s alkáliemi se odbourává lépe. Dekontaminace je obdobná jako u látek DA a DC[3].

Tabulka 4 – fyzikálně-chemické vlastnosti látky DM a toxicita [3].

bod tání [°C]	195
bod varu [°C] (rozklad)	410
relativní hustota par [-]	9,6
P^{20} [mbar]	$2 \cdot 10^{-13}$
C^{20}_{MAX} [mg/m ³]	0,02
TCt ₅₀ [mg.min/m ³]	0,1
střední snesitelnost [mg.min/m ³]	0,4
ECt ₅₀ [mg.min/m ³]	10 – 20
smrtící účinek LCt ₅₀ [g.min/m ³]	15 (30 při krátké expozici)

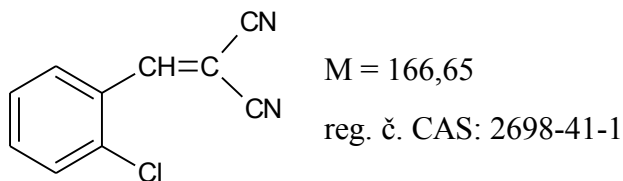
3.3.2. Dráždivé látky – polyvalentně působící

Polyvalentně působící dráždivé látky jsou oproti lakrimátorům (CN), sternitům (DA, DC, DM) účinnější, mají nižší práh účinku, nižší snesitelné koncentrace a jsou bezpečnější (mají mnohem vyšší smrtící koncentrace). Jak název napovídá, tato skupina látek má sdružené účinky, spojující typické příznaky lakrimátorů s drážděním sliznic dýchacích cest. Výhodou oproti sternitům je však okamžitý účinek[3][13].

Látka CS

Roku 1928 objeveny dráždivé účinky substituovaných benzyldenmalonnitrilů Corsonem a Stoghtonem. Látka (2-chlorbenzyldenmalonnitril) byla na základě britského výzkumu v 50. letech navržena jako OL do výzbroje národní gardy a v 60. letech také do výzbroje armády USA. Ta ji použila poprvé ve Vietnamské válce v množství asi 7000 t a v různé výzbroji.

Dále byla látka CS použita v ručních granátech v tzv. „Berlínské krizi.“ V Československu byl nasazen do výzbroje v 70. letech.



Obrázek 9 – strukturní vzorec 2-chlorbenzylidenmalonnitril (CS) [3]

Jedná se o silnou lakrinogenní látku, mnohem účinnější než předtím používané lakrimátory, se současným dráždivým účinkem na sliznice dýchacích cest. Díky jeho účinnosti se rozchází informace o charakteristickém zápachu, ten je u čisté látky příjemný, vonící po ovoci. Následně se však velmi rychle projeví charakteristický účinek a látku člověk vnímá jako čpící po pepři. Zároveň nastupuje pálení očí, sliznice nosu, nosohltanu a průdušek, případně pálení kůže doprovázené kašlem, kýcháním, dýchacími obtížemi, nevolností, bolestmi hlavy, zvracením a jinými projevy.

Co se týče nástupu účinků, tak se nejedná pouze o kombinaci účinků lakrimátorů a sternitů, u kterých je relativně dlouhé zpoždění za expozicí zasaženého. Látka CS působí takřka okamžitě, jedná se tedy o polyvalentně širokospektrální senzorické dráždidlo. Oproti dříve užívanému chloracetofenonu jako standardní cvičné, testovací a policejní látce má CS daleko nižší práh účinku a zároveň podstatně vyšší střední smrtící koncentraci. Díky těmto vlastnostem fakticky vytlačil spolu s látkou CR všechny ostatní a méně univerzální látky kvůli vysokému účinku a prakticky nulové letalitě.

V čistém stavu se jedná o bílou krystalickou látku, technický je zbarven lehce do žlutohněda. Je málo rozpustný ve vodě ($w = 0,08\%$), lépe v organických rozpouštědlech. Poměrně rychle se hydrolyticky rozkládá, při pH 7 je poločas rozpadu zhruba 15 minut. Hydrolýzou vzniká toxický malonnitril, který může zreagovat na kyanidy.

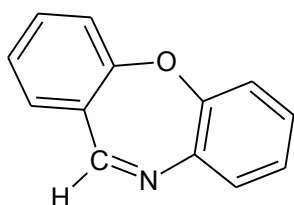
Dekontaminace a první pomoc je obdobná jako u lakrimátorů a sternitů [3].

Tabulka 5 – fyzikálně-chemické a toxikologické vlastnosti látky CS [3]

bod tání [°C]	95 - 96
bod tání (technický) [°C]	93 - 95
bod varu [°C] (rozklad)	313
relativní hustota par [-]	5,77
C_{MAX}^{25} [mg/m ³]	0,71
práh podráždění pro oči [mg/m ³]	0,004
práh podráždění pro dýchací cesty [mg/m ³]	0,023
nesnesitelný účinek pro oči EC ₅₀ [mg.min/m ³]	3,6
smrtící účinek LC ₅₀ [g.min/m ³] (pro lidskou populaci zřejmě extrapolovaná hodnota)	10 - 61

Látka CR

Polosystematickým názvem dibenz[b,f]-1,4-oxazepin byl syntetizován roku 1962 pány Higginbottomem a Suschitzkym. Roku 1973 byla CR zařazena do výzbroje britské policie. Látka má formu žlutého prášku s vysokým bodem varu. Je nepatrně rozpustná ve vodě ($w = 0,007\%$), naopak dobře se rozpouští v ethanolu, éteru a jiných rozpouštědlech. Látka odolává hydrolýze a i velmi malé množství stačí k vyvolání silného podráždění na jazyku. CR je nejúčinnější dráždivá látka.



$M = 195,22$

reg. č. CAS: 257-07-8

Obrázek 10 – strukturní vzorec dibenz[b,f]-1,4-oxazepin (CR) [3]

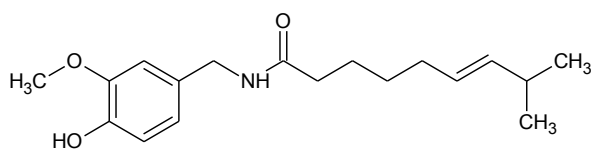
Díky svým vlastnostem s dalšími látkami řady CN-CS-CR u kterých značně stoupá účinek a zároveň klesá letalita, značně stoupla bezpečnost při mírovém použití. Díky tomu látky CS a CR vytlačují z použití chloracetofenon (CN) a sternity a stávají se standardními látkami pro výcvik, testování ochranných prostředků, policejní použití i osobní ochranu[3].

Tabulka 6 – Fyzikálně-chemické a toxikologické vlastnosti látky CR [3]

bod tání [°C]	72
bod varu [°C]	313-315
relativní hustota par [-]	6,76
P ²⁰ [mbar]	0,0079
C ²⁰ _{MAX} [mg/m ³]	63
prahová koncentrace (oči) [mg/m ³]	0,004
prahová koncentrace (dýchací cesty) [mg/m ³]	0,002
ECt50 [mg.min/m ³]	0,7
LCt50 [g.min/m ³]	100

Látka OC (Kapsaicin)

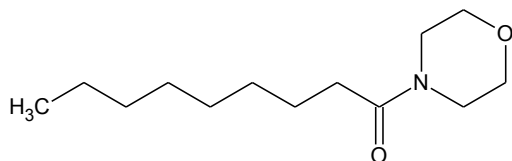
Kapsaicin, neboli (E)-N-[(4-hydroxy-3-methoxyfenyl)]-8-methyl-6-nonenamid, také popsáný jako trans-8-methyl-N-vanillyl-6-nonenamid (kapsaicin, oleoresin capsicum, OC), je původem přírodní látka (alkaloid) obsažená v plodech chilli papriček (capsicum). Používá se zejména v „pepřových sprejích“ kvůli rychlému a silnému působení na většinu savců včetně člověka. Nástup účinků je okamžitý a velmi široký, postihuje receptory ústní dutiny, nosní, oční a jiné sliznice, vyvolává mimo jiné pocity bolesti a pálení. V některých náplních sprejů se využívá syntetického analogu kapsaicinu, morfolid pelargonové kyseliny.



M = 305,41

reg. č. CAS: 404-86-4

Obrázek 11 – strukturní vzorec kapsaicinu (OC)[3]



M = 227,34

reg. č. CAS: 5299-64-9

Obrázek 12 – strukturní vzorec N-nonanyl morfolid (analog OC)[14]

Kapsaicin samotný je pevná krystalická látka nažloutlé barvy pronikavě čpící po pepři. Nerozpouští se ve vodě, ani s ní nereaguje. Je dobře rozpustný v organických rozpouštědlech. Působí obdobně jako ostatní polyvalentní dráždivé látky, účinek přetrvává od 30 - 50 minut. Není známa toxicita (letální dávka bude zřejmě vyšší, či obdobná látkám CS a CR), literatura uvádí nepotvrzené zprávy o úmrtí desítky osob důsledkem použití látky OC [3].

Tabulka 7 – Fyzikální vlastnosti kapsaicinu OC[3]

bod tání [°C]	64 – 65
relativní hustota par [-]	10,57

3.3.3. Zneschopňující látky

Látky založené na psychoaktivních látkách určených k psychickému vyřazení jednotlivce z boje. Označovány také jako psychomimetika (dále psychodysleptika, halucinogeny, fantastika, psychedelika a psychotika). Mají za cíl již při velmi malých dávkách (<10mg) vyvolat bez větších poruch vědomí psychotické stavy, emoční labilitu, poruchy ve vnímání, nebo změnám myšlení bez škodlivého působení na fyzické funkce. Tyto stavy přicházejí v řádu jednotek až desítkách minut a zneschopnění přetrvá řádově hodiny až dny.

Tyto látky mají v obvyklých dávkách neletální charakter, dělí se do dvou skupin:

- 1) psychicky zneschopňující látky
- 2) fyzicky zneschopňující látky

Fyzicky zneschopňující látky mají vliv na pohybový aparát, po intoxikaci nejsou zasažení schopni koordinovaných pohybů. Z podstaty působení nejsou tyto látky předmětem studie a jsou uvedeny pro úplnost výčtu OL[3][13].

3.3.4. Obecně jedovaté látky

Tyto chemikálie patří kategorie usmrcujících látek, za běžného použití v otevřeném terénu mohou způsobit těžkou intoxikaci končící smrtí. Na počátku použití chemických zbraní na bojištích I. Světové války bylo využito toxických vlastností běžných chemikálií z průmyslové výroby.

Tyto látky můžeme nalézt v průmyslu i dnes, to dělá mnohé vysoce toxické látky požívané ve výrobě potenciálně nebezpečnými pro případné zneužití.

Tabulka 8 - Užití obecně jedovaté otravné látky za I. SV[3]

dimethylsulfát, VIII/1915 (D) (dráždivý)	$(\text{CH}_3\text{O})_2\text{SO}_2$
kyanovodík, VII/1916 (F), Somme	HCN
sulfan, VII/1916 (GB), Mouchy	H_2S
bromkyan, IX/1916 (AH)	BrCN
chlorkyan, X/1916 (AH)	ClCN
arsan, po válce (USA)	AsH_3

Větší význam do začátku II. Světové války si udržel kyanovodík a jeho halogenderiváty i přes svoje ne příliš výhodné fyzikální vlastnosti (relativní hustota vůči vzduchu menší, než 1), avšak pro svoji vysokou toxicitu a těkavost. Ta je nebezpečná svou schopností rychle zahltit ochranné filtry ochranných masek, ale i kolektivních filtrů. Po skončení války byla tato munice postupně nahazována nervově-paralytickými látkami. Z obavy z užití těchto látek některými stranami, či teroristickými organizacemi byly vyvíjeny detekční a ochranné prostředky[3][13].

3.3.5. Dusivé látky

Dusivé látky, nebo také „látky poškozující plíce“ (*lung injurants*, *lungenschädigende Kampfstoffe*) jsou další velkou skupinou látek použitých již na bojištích I. Světové války, kde byly prvotně použity látky využívané původně v chemickém průmyslu pro mírové účely.

Tabulka 9 – seznam dusivých látek nasazených za I. Světové války[3]

chlor, Cl_2	IV/1915, Ieper (D)
perchlormethylmerkaptan	XI/1915, Champagne (F)
fosgen, Cl-CO-Cl	XI/1915, Champagne (D)
akrolein	I/1916, (F)
difosgen	V/1916, Verdun (D)
chlorpikrin	1916 (R)
fenylkarbylaminchlorid	V/1917, Berry au Bac (D)
dichlordimethyleter	I/1918 (F)

Účinkem těchto látek je poškození plic, přesněji po intoxikaci dochází k narušení buněčných membrán, což má za následek vytvoření plicního edému. Ten brzdí výměnu krevních plynů v plicích. Vytvoření edému nastává se zpožděním několika hodin (někdy i za více, než 24h).

Smrt nastává vlivem deficitu kyslíku v životně důležitých orgánech. Podrobný popis průběhu otravy je popsán v literatuře[3][13].

Popsané látky fosgen, difosgen, chlorpikrin, chlortrifluorid a perfluorisobutylen jsou popsány v kapitole 4.2 zneužití chemických látek v průmyslu.

3.3.6. Zpuchýřující látky

Jsou skupinou bojových látek patřící mezi hlavní OL až do období 2. světové války, kdy byly objeveny účinnější prostředky. Všeobecně jsou to málo těkavé a stálé látky s vysokou perzistencí. Tyto látky, především yperit byl po mnoho let hlavní látkou v chemických arzenálech a ani po zavedení nervově-paralytických látek do výzbroje nebyly vyřazeny a byly použity v mnoha konfliktech od 1. světové války až po Irácko-Íránský konflikt v 80. letech.

Toxický účinek není zcela objasněn[3], je však známo, že yperity napadají buněčná jádra, kde působí jako alkylační činidla a zasahují do metabolismu nukleoproteinů, především do metabolismu kyseliny deoxyribonukleové (DNA). Tento mechanismus účinku je nejlépe probádán u sulfidického yperitu.

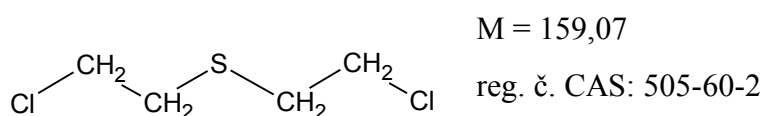
Patří k látkám, které při bojových koncentracích způsobují usmrcení osob, nebo zasaženým způsobují dlouhodobá a těžko léčitelná zranění (chemické popáleniny), které mívají často i pozdní následky. U přeživších mají navíc pozdní efekt na potomstvo kvůli poškození dědičné informace alkylačním účinkem yperitu. Zasažení OL není v prvních chvílích patrné (s výjimkou lewisitu a fosgenoximu), všechny tyto dráždivé látky vnikají všemi branami vstupu do těla a vyvolávají charakteristické příznaky zasažení (oči, dýchací cesty a kůže).

- zasažení očí - latence 4 - 8 hodin, projevy pálení, řezání, pocitem cizího tělesa v oku, světloplachost. Následuje zarudnutí a napuchnutí oka, u těžších otrav poškození rohovky, zánětu duhovky a ztrátě oka - oslepnutí.
- zasažení dýchacích cest - latence několik hodin, poté dráždivý kašel, tlak a škrábání za hrudní kostí (sternum). Může vést k dávivému kašli a vykašlávání hlenu (i s příměsí krve), nevolnosti, zvýšené teplotě a plicnímu nálezu. U těžkých otrav nastává smrt po 3 - 4 dnech, u přeživších po 4. dni dochází ke zlepšení.

- zasažení kůže parami a kapkami - latence několik hodin (lewisit a fosgenoxim okamžitě), zčervenání, tvorba drobných puchýřků, v několika dnech se slévají do puchýřů. Lehčí popáleniny s rudou granulační tkání vespod, těžší případy přecházejí do vředu. Hrozí nebezpečí sekundární infekce přes otevřené rány[3][13].

Yperit, homology a analogy

Základní látkou je sirný (sulfidický) yperit, vyráběný poměrně snadno a mnoha způsoby. Z důvodu jeho poměrně vysokého bodu tuhnutí (14,45°C) bývá rozpuštěný v balastních rozpouštědlech ke snížení bodu tuhnutí. Použitelné jsou chlorbenzen, nitrobenzen, chlorid uhličitý (fosgen), dichlorethan či anthracenové oleje. Díky této nevýhodě probíhal výzkum k nalezení homologů, směsí s jinou OL (lewisit) a další skupiny látek popsané dále.



Obrázek 13 - strukturní vzorec yperitu (H, HD)[3]

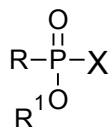
Podniky pracující s prekurzorem yperitu podléhají omezením daných Úmluvou[4] jsou pod přísnou kontrolou národních úřadů (SÚJB). Ochrana zahrnuje více opatření, aby se zamezilo nepovolenému nakládání s nebezpečnou látkou. Lze se proto domnívat, že se někdo může pokusit prekurzor (H, HN-3) připravit, tato možnost je popsána v příloze č. 1[10].

3.3.7. Nervově paralytické látky

Nervově paralytické látky (dále jen „NPL“) patří mezi nejtoxičtější smrtící (ničivé) látky. Jde o hlavní skupinu látek v arzenálech zemí držících chemické zbraně. Výhody jsou v nejrychlejšímu působení, vysoké letalitě ve velmi nízkých dávkách (koncentracích). Zabíjí, aniž by byl postižený varován smysly, hlavně zápachem. Z tohoto důvodu patří mezi nejnebezpečnější chemické zbraně, které mohou být zneužity.

Původ nervově paralytických látek lze vysledovat do poloviny 30. let minulého století. Souvisí s objevem nové skupiny syntetických pesticidů v Německu. Už od počátku byly tyto látky vyvíjeny jako chemické zbraně (přes zákaz zbrojení daný Versailleskou smlouvou) společnostmi vyrábějícími syntetická barviva.

Obecný vzorec pro látky řady G, V a další možné, které mohou být výsledkem dalšího výzkumu lze zapsat takto:



Obrázek 14 Obecný strukturní vzorec esterů fosforečné kyseliny[3]

Obecně jsou všechny nervově paralytické látky (NPL) organické sloučeniny, estery fosforečné a fosfonové kyseliny. Níže jsou v tabulce vypsány příslušné zbytky dávající hlavní typy NPL[3][13].

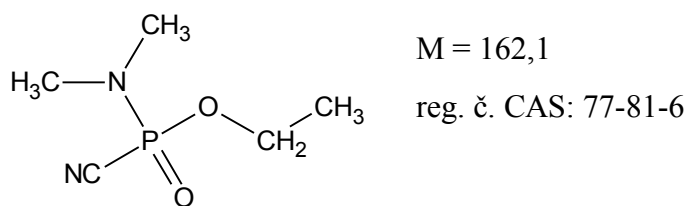
Tabulka 10 Přehled hlavních nervově paralytických látek (substituenty) [3]

Látka	R	R1	X
Tabun (GA)	-N(CH ₃) ₂	-C ₂ H ₅	-CN
Sarin (GB)	-CH ₃	-CH(CH ₃) ₂	-F
Soman (GD)	-CH ₃	-CH(CH ₃)C(CH ₃) ₃	-F
Cyklosarin (GF)	-CH ₃	-cyklo-C ₆ H ₁₁	-F
VX	-CH ₃	-C ₂ H ₅	-SCH ₂ CH ₂ N[CH(CH ₃) ₂] ₂
R-VX	-CH ₃	-CH ₂ CH(CH ₃) ₂	-SCH ₂ CH ₂ N(C ₂ H ₅) ₂

Látky řady G

Tabun, systematickým názvem O-ethyl-N,N-dimethylfosforamidokyanidát, je vývojově nejstarší nervově-paralytickou látkou řady G a ze zdejšího výčtu nejméně toxická. Byl vyvinut v Německu okolo roku 1936, v novější době byl použit v 80. letech v Irácko-Íránské válce.

V čistém stavu se jedná o bezbarvou kapalinu příjemné ovocné vůně, technický bývá zbarven žluto-zeleně až hnědě a zapáchá po hořkých mandlích. Ve vyšších koncentracích čpí po rybině kvůli rozkladu na kyanovodík a dimethylamin. Rozkládá se při teplotách okolo 130°C. Tabun patří mezi středně stálé až perzistentní OL. Je omezeně rozpustný ve vodě (20°C w = 12%), v organických rozpouštědlech se rozpouští dobře. V munici není chemicky stálý, je stabilizován až 20% chlorbenzenu (pak je řádově rozpustnější ve vodě). Ve skle je stálý[3][13].



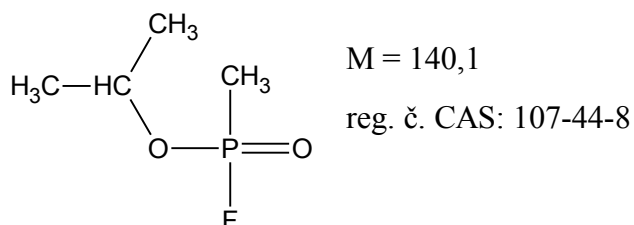
Obrázek 15 – strukturní vzorec tabunu GA[3]

Tabun se reakcí s vodou hydrolyzuje za vzniku kyanovodíku, tato reakce probíhá rychleji v zásaditém prostředí. Poločas rozpadu je za normální teploty a pH 4 – 5 kolem 7 hodin, při 95°C pouhých 10 minut.

Tabulka 11 – fyzikálně-chemické vlastnosti tabunu GA[3]

bod tání [°C]	-48
bod varu (vypočten) [°C]	246
d ²⁰ [g/cm ³]	1,082
rel.hustota par [-]	5,6
P ²⁰ [mbar]	0,082
C ²⁰ [mg/m ³]	560
LD ₅₀ (člověk) inhalací [mg.min/m ³]	400
LD ₅₀ (člověk) perkutánně [g.min/m ³]	20 - 40

Sarin, jinak O-isopropyl methylfosfonofluoridát, je vývojově druhou nejstarší NPL zařazenou do výzbroje chemických zbraní. Po skončení II. Světové války prakticky nejrozšířenější NPL, kterou mají ve výzbroji všichni známí i předpokládaní držitelé chemických zbraní. Bojově byl nasazen při Irácko-Íránské válce v 80. letech minulého století, pravděpodobně (podle expertů OSN) v občanské válce v Sýrii roku 2011 a bohužel i při teroristickém útoku na Tokijské metro sektou Óm šinrikjó (Aum shinri kyo) roku 1995 [16].



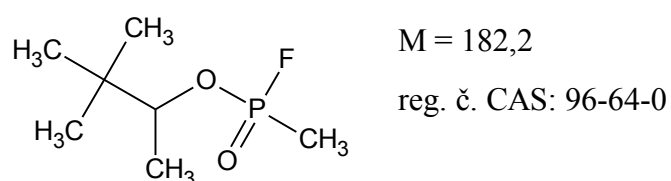
Obrázek 16 – Strukturní vzorec sarinu GB[3]

V čistém stavu je sarin bezbarvá pohyblivá kapalina s nevýraznou ovocnou vůní, technický je slabě nažloutlé barvy. Rozkládá se teplem při teplotách nad 130°C. Je nejtěkavější NPL vůbec, rozpouští se dobře ve vodě i organických rozpouštědlech. Podléhá však pomaleji hydrolýze, poločas hydrolýzy je při neutrálním pH a normálních podmínkách 146 hodin. Rozpad látky probíhá rychleji v kyselém, mnohem rychleji však při zásaditém pH. Jako katalyzátory jsou proto vhodná nukleofilní činidla pro provedení dekontaminace katalyzovanou hydrolýzou. Vhodné jsou hydroxoniová, chlornanová a jiná činidla[3].

Tabulka 12 – Fyzikálně-chemické vlastnosti sarinu a jeho toxicita[3]

Bod tání [°C]	-56
bod varu (vypočten) [°C]	147
d^{20} [-]	1,094
rel. hustota par [-]	4,86
P^{20} [mbar]	1,97
C^{20}_{MAX} [g/m ³]	11,5
LD ₅₀ (člověk) perorálně [mg]	2 – 10
LD ₅₀ (člověk) perkutánně [g]	1,7
EC ₅₀ inhalačně [mg.min/m ³]	50 - 75
EC ₅₀ perkutánně [g.min/m ³]	8
LC ₅₀ inhalačně [mg.min/m ³]	100
LC ₅₀ perkutánně [g.min/m ³]	12
LC ₅₀ perkutánně přes oděv [g.min/m ³]	15

Soman, jinak také O-pinakolyl methylfosfonofluoridát, je nejúčinnější látka řady G a zároveň byl do zavedení látek typu V látkou nejtoxičtější.



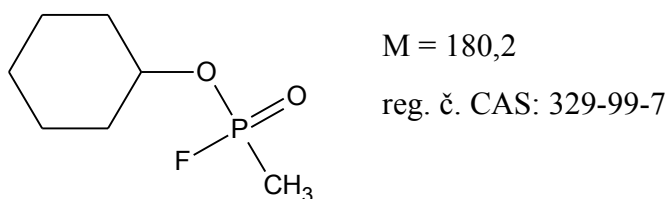
Obrázek 17 – Strukturní vzorec somanu GD[3]

Soman je v čistém stavu bezbarvá pohyblivá kapalina s jemným zápachem po kafru, technický je zbarven do žluta. Rozkládá se při teplotách kolem 140°C. Je to látka se střední těkavostí, uvedené hodnoty v tabulce jsou s rezervou, jelikož různé zdroje uvádějí rozličné údaje dané existencí čtyř stereoizomerů somanu. Je omezeně rozpustný ve vodě (1,5 – 2%), dobře se rozpouští v organických rozpouštědlech. Podléhá hydrolýze pomaleji než sarin, ovlivnění rychlosti reakce je obdobné jako u sarinu pomocí nukleofilních zásaditých činidel. Nejvyšší toxicitu vykazuje v perkutánní intoxikaci (nejvyšší z látek G), podle některých testů na zvířatech jej předčí cyklosarin. Odmoření probíhá stejnými prostředky jako u sarinu[3][13].

Tabulka 13 – Fyzikálně-chemické vlastnosti somanu GD a jeho toxicita[3]

bod tání [°C]	-42
bod varu (vypočten) [°C]	198
d^{20} [g/cm ³]	1,013
rel. hustota par [-]	6,35
P^{20} [mbar]	0,35
C^{20}_{MAX} [g/m ³]	2,06
LD ₅₀ perorálně [mg]	2 – 10
LD ₅₀ perkutánně [g]	0,3 – 1
ECt ₅₀ inhalačně [mg.min/m ³]	25
ECt ₅₀ perkutánně [g.min/m ³]	4
LCt ₅₀ inhalačně [mg.min/m ³]	40 – 70
LCt ₅₀ perkutánně [g.min/m ³]	7,5 - 11

Cyklosarin, neboli též cyklosin, O-cyklohexil methylfosfluoridát, byl vyvinut jako potenciální OL, nebyl až na jednu výjimku (Irák) uveden do výzbroje známých vlastníků chemických zbraní. Látka GF je středně těkáva s toxicitou srovnatelnou se sarinem a vyšší perkutánní toxicitou oproti somanu, proto je výhodné použití v teplejších klimatických pásech kvůli nižší těkavosti.



Obrázek 18 – Strukturní vzorec cyklosarinu GF (cyklosinu)

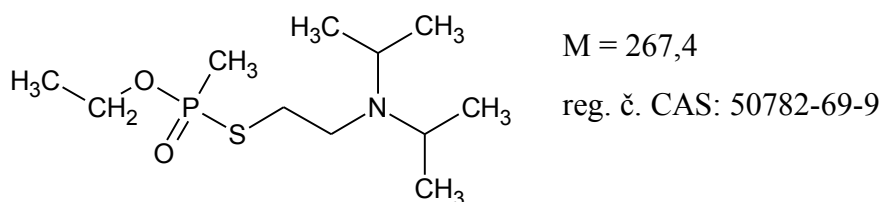
V čistém stavu je to bezbarvá pohyblivá kapalina bez typického zápachu. Jedná se o látku se střední těkavostí, nerozpustnou ve vodě, zato dobře rozpustnou v organických rozpouštědlech a zřejmě v tucích (souvisí s dobrou perkutánní prostupností - lipofilitou) je to značně stabilní látka s nejvyšší perkutánní toxicitou z řady látek G, zároveň je nejúčinnějším inhibitorem acetylcholinesterázy. Přesné údaje o toxicitě cyklosarinu bohužel v pramenech chybí[3].

Tabulka 14 – Fyzikálně-chemické vlastnosti cyklosarinu GF[3]

bod tání [°C]	-50
bod varu (vypočteno) [°C]	298 (rozklad)
d^{20} [g/cm ³]	1,333
rel. hustota par [-]	6,32
P^{20} [mbar]	0,059
C^{20}_{MAX} [mg/m ³]	380

Látky řady V

Látka VX, systematicky O-ethyl S-[2-(diisopropylamino)ethyl] methylfosfonothiolát, byl vyvinut a zařazen do chemické výzbroje armády USA. Cílem vývoje bylo vyvinout látku s vysokou persistencí v terénu a vysokou perkutánní toxicitou.



Obrázek 19 – Strukturní vzorec látky VX[3]

Je to v čistém stavu bezbarvá hustá, až olejovitá kapalina se slabým specifickým zápachem. U technického produktu je zápach po merkaptanu a barva je jantarová. Látka VX je minimálně těkává, velmi stálá a v terénu přetrvává velmi dlouho (perzistentní v terénu). Teplem se rozkládá při 150°C, viditelně nenarušuje kovy. Kapalina je omezeně rozpustná

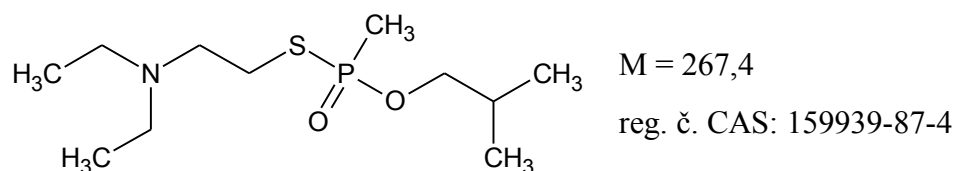
ve vodě ($w = 3,6\%$), v organických rozpouštědlech se dobře rozpouští. Hydrolyza probíhá znatelně pomaleji. Ve srovnání se somanem je rychlost reakce o řád pomalejší, ve vodě nelze rozklad pozorovat ani po dvou dnech. Rychlostní konstanta reakce (hydrolyzy) je $k \cong 7 \cdot 10^{-4} h^{-1}$ ($t = 20^{\circ}C, pH = 7$). Kyselé prostředí výrazně hydrolyzu neurychluje, zato v alkalickém prostředí rychlost reakce v rychle narůstá (při $pH = 13 \rightarrow k = 13 h^{-1}$). K dekontaminaci tedy lze využít reakci s nukleofilními činidly.

Látka VX je tou nejtoxičtější NPL, která byla dodnes vyvinuta, vyznačuje se hlavně extrémní perkutánní toxicitou. Z tohoto důvodu je životně důležitá prvotní dekontaminace povrchu těla zasažené osoby, která je život zachraňujícím opatřením kvůli extrémní perkutánní toxicitě VX. Přesné hodnoty toxicity látky a její vlastnosti jsou uvedeny v tabulce[3][13].

Tabulka 15 – Fyzikálně-chemické vlastnosti látky VX a její toxicita[3]

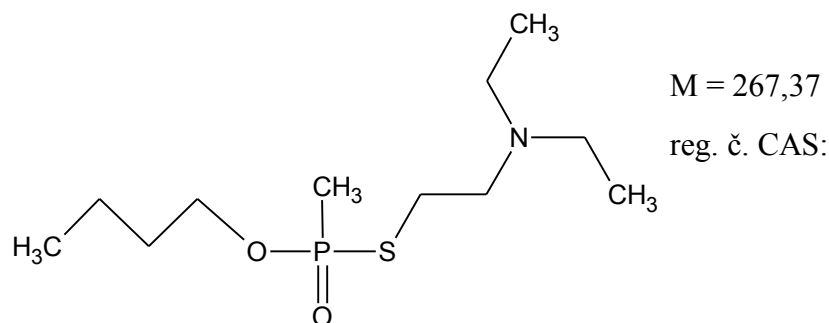
bod tání [$^{\circ}C$]	-39
bod varu (vypočten) [$^{\circ}C$]	298
d^{20} [g/cm^3]	1,026
relativní hustota par [-]	9,25
P^{20} [mbar]	14
C^{20}_{MAX} [mg/m^3]	1,6
LD ₅₀ perorálně [mg]	5
LD ₅₀ perkutánně [mg]	15
LD ₅₀ (odhad pro otevřenou ránu) [mg]	0,3
ECt ₅₀ inhalačně [$mg \cdot min/m^3$]	5
ECt ₅₀ perkutánně [$mg \cdot min/m^3$]	150 - 200
LCt ₅₀ inhalačně [$mg \cdot min/m^3$]	35 – 45
LCt ₅₀ perkutánně [$g \cdot min/m^3$]	1

Látka R-VX, tedy O-isobutyl S-[2-(diethylamino)ethyl] methylfosfonothiolát, je ruským homologem látky VX. Byla zařazena do výzbroje SSSR pod kódem R-33. Má stejnou molekulovou hmotnost jako její obdoba VX a tedy i stejnou relativní hustotu par 9,25. Ostatní údaje nejsou dosud v literatuře ověřené, lze se tedy domnívat, že látka má analogickou tenzi nasycených par, těkavost a ostatní fyzikálně-chemické, chemické a toxické vlastnosti spolu s extrémní perkutánní toxicitou[3].



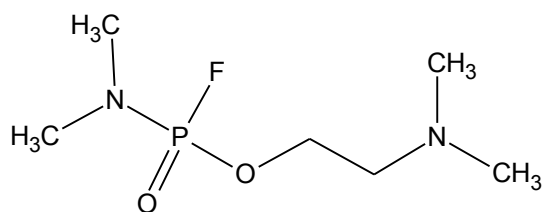
Obrázek 20 – Strukturní vzorec látky R-VX[3]

Další variantou látky VX je čínský homolog se stejně kusými informacemi o jeho vlastnostech, jako v případě ruské varianty. Systematický název pro CVX je O-butyl-S-[2-(diethylamino)ethyl] methylfosfonothiolát. Jedinou odlišností od R-VX je nahrazení isobutyl alkyly butylem. Dá se tedy očekávat, že látka bude mít shodné fyzikálně-chemické a toxikologické vlastnosti jako VX, či R-VX.



Obrázek 21 – strukturní vzorec látky C-VX (Chinese VX)[15]

Látka GP, je posledním předpokládaným produktem armádního vývoje NPL (v USA i SSSR) se střední těkavostí, které mají spojovat vlastnosti obou vývojových řad organofosforových OL. Látka se má vyznačovat toxicitou srovnatelnou se sarinem a perkutánní toxicitou látky VX. Tato látka je nejjednodušším členem skupiny látek, kde lze obměňovat alkyly v amidové skupině, délku řetězce v O-alkylovém řetězci končícím dialkylaminovou skupinou, stejně jako alkyly v uvedené aminoskupině. Tyto látky nebyly nikdy oficiálně zavedeny do výzbroje[3].

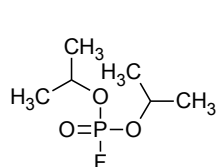


$M = 198,176 \text{ g.mol}^{-1}$

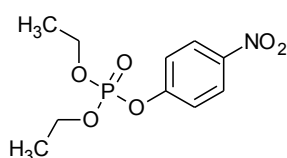
reg. č. CAS: 141102-74-1

Obrázek 22 - Strukturní vzorec látky GP[3]

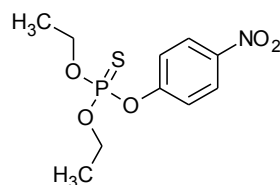
Pro ilegální použití lze uvažovat i o ostatních inhibitech cholinesterázy z řady organofosforových insekticidů využívaných v zemědělství a civilní sféře. Podrobněji se těmito možnostmi zabývá návrhová část práce. Zejména připadá v úvahu zneužití značně toxického insekticidu „tetram“, který se podle pramenů (bezpečnostní list insekticidu tetram ve směsi s kyselinou šťavelovou) používal minimálně do roku 2003 a pokud nedošlo ke změně, používá se dosud. Látka je velmi účinný insekticid, ale vykazuje extrémní toxicitu pro teplokrevné živočichy srovnatelnou s látkami řady G[3][15][55].



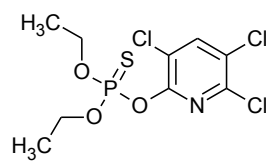
DFP



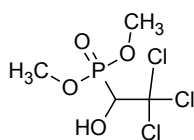
Paraoxon



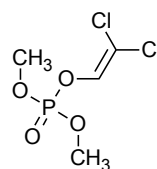
Parathion



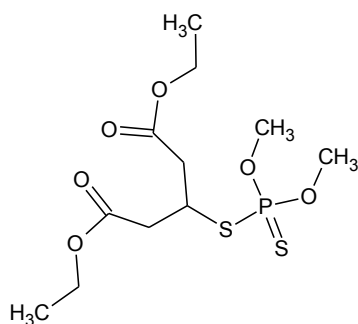
Chlorpyrifos



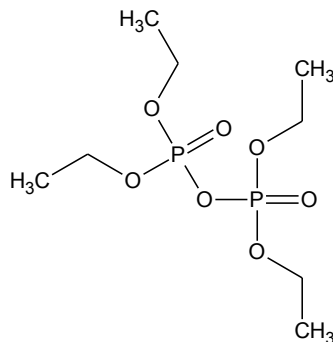
Trichlorfon



Dichlorvos



Malathion



TEPP

Obrázek 23 - Některé další organofosforové inhibitory cholinesterázy [15]

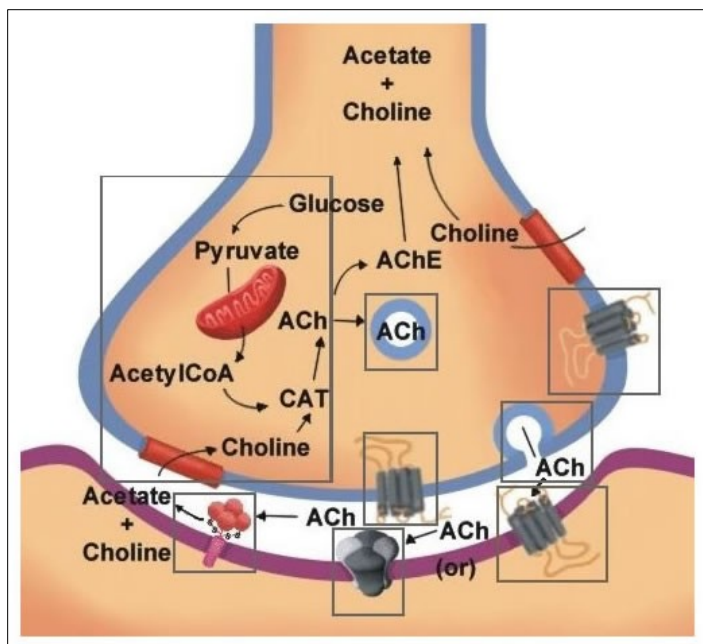
3.4. Mechanismy působení otravných látek

V této kapitole budou rozepsány účinky organofosforových i jiných sloučenin na tělní enzymy (jejich blokace) a způsob účinku. Současně bude rozebrána možnost přípravy generických sloučenin s obdobnými účinky jako látky zakázané úmluvou. Toto by mohla být možná cesta k nebezpečným sloučeninám, které nejsou na seznamu Úmluvy. Mnoho zemědělských pesticidů, či **přípravků volně prodáváných** v maloobchodní, či velkoobchodní síti by bylo možné **chemicky modifikovat k navýšení toxicity** pro teplokrevné živočichy (nevyjímaje člověka). Podobným způsobem, jako ilegální producenti halucinogenních látek ve svých výrobnách chemicky modifikují volně dostupné léčiva ke svým vlastním účelům.

Studie možností příprav tedy bude cílem této kapitoly, stejně jako příprava méně známých sloučenin a látek uvedených v seznamu 2 – A Toxických látek vyhlášky č.208/2008 Sb. kterou se provádí zákon o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní.

3.4.1. Toxikologie nervově paralytických látek

Podstata toxického působení NPL je jejich rušivý zásah do cholinergního mechanismu přenosu nervového vzruchu. Toto působení se děje pomocí nervových zakončení (synapsí). Cholinergní synapse jsou součástí centrálního i autonomního nervového systému. Nervový impuls je přenášen k cílovému orgánu (efektoru) na všech parasympatických synapsích (jako jsou plíce, srdce, žaludek, střeva, oko atd.) a na některých sympatických synapsích (např. kosterní svalstvo a slinné žlázy) se vzruch přenáší mediátorem – acetylcholinem. Nervový vzruch putuje po nervových drahách k nervovému zakončení, kde iniciuje vyloučení acetylcholinu, který se naváže na předem určené místo v postsynaptické membráně, kde je receptorové pásmo pro acetylcholin. Ten otevře cestu iontovým kanálkem pro draselné ionty, které na několik milisekund vytvoří elektrický potenciál postsynaptické membrány a nervový impuls tak může být veden k další synapsi. Důsledkem tohoto je molekulární děj, který se projeví biologickou odezvou efektorového orgánu (např. pohybem ruky)[3].



Obrázek 24 – Znárodnění funkce acetylcholinu pro přenos nervového vzruchu[53]

Změny potenciálu na membráně se mění velice rychle, podrážděné buněčné membrány musí být rychle regenerovány k přijetí nového impulzu. Synaptická štěrbina se proto musí rychle zbavit přenašeče – acetylcholinu.

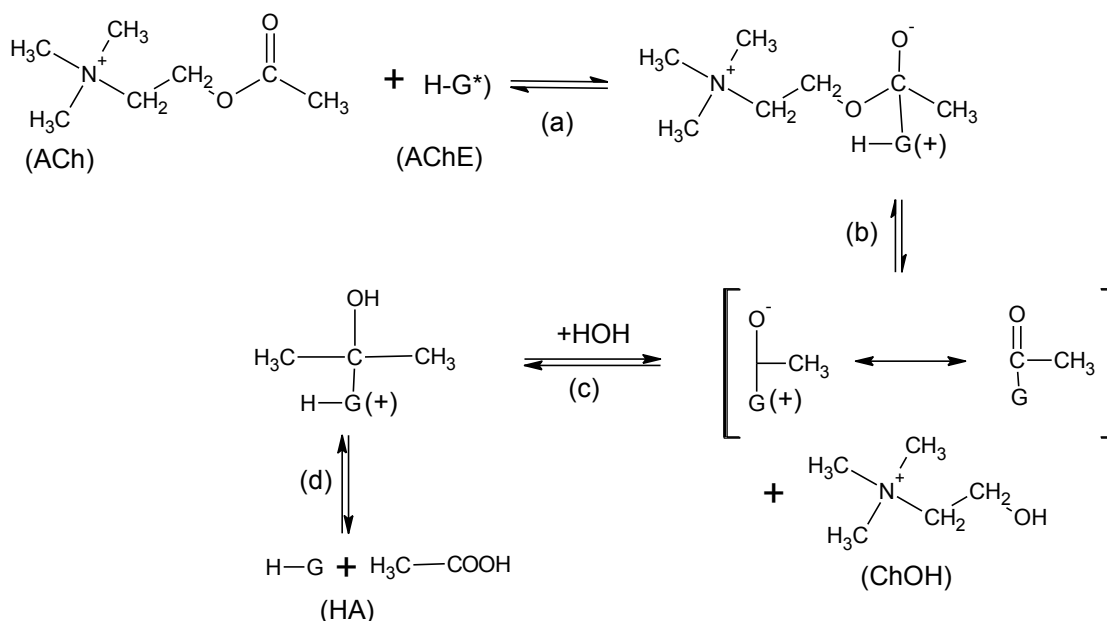
V normálně fungujícím organismu se toto děje ihned po předání informace enzymatickou hydrolýzou přenašeče. Pro tuto roli má tělo specifický enzym – acetylcholinesterázu (AChE). Na rozdíl od neenzymatického štěpení acetylcholinu, které probíhá velmi pomalu (s poločasem rozpadu 32 min), se na povrchu AChE enzymaticky rozloží za minutu 10^8 molekul přenašeče (ACh) na cholin (ChOH) a kyselinu octovou (HA) podle zjednodušené rovnice:



Reakce probíhá ve skutečnosti ve čtyřech stádiích:

- vytvoří se komplex enzym – ACh (Michaelisův komplex enzym-substrát)
- acetylace esterázy za uvolnění alkoholu
- vznik komplexu esteráza – kyselina octová
- uvolnění kyseliny octové

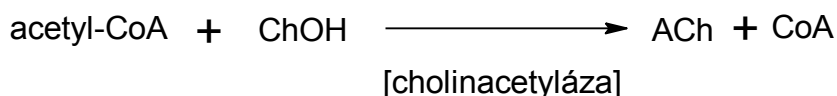
Pro níže uvedené schéma je výraz H-G symbol pro vazebné místo AChE.



Obrázek 25 - Schéma hydrolýzy acetylcholinu za pomoci acetylcholinesterázy[3]

Tvar molekuly AChE je velmi důležitý, katalytické centrum molekuly je složeno ze dvou částí, které jsou od sebe jen asi 0,5 nm. Jedna oblast (aniontová), je záporně nabitá a je určena pro orientaci „kationtové hlavy“ acetylcholinu. Druhá (esteratická), která je tvořena hydroxylovou skupinou serinu, je určena pro samotnou acetylaci[3][53].

Po uvolnění acetylcholinu a jeho hydrolýze probíhá nová syntéza acetylací cholinu acetylkoenzymem A (acetyl-CoA) v mitochondriích za katalýzy cholinacetylázy (cholinacetyltransferázy) podle rovnice:



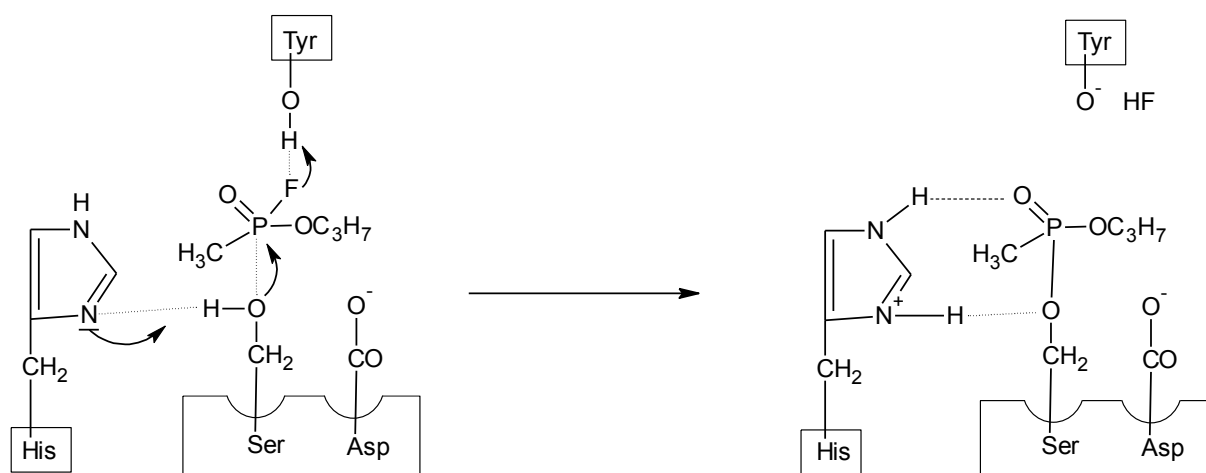
Nervově paralytické látky inhibují acetylcholinesterázu. V důsledku toho dochází v oblasti nervové synapse k navýšení koncentrace acetylcholinu. NPL blokují hydrolýzu ACh tím, že vytvářejí s AChE silnou ireversibilní vazbu. **Takto se v organismu vytvoří endogenní intoxikace acetylcholinem, což je hlavní příčina toxického účinku NPL.**

Základní reakce a) – c), tedy AChE s ACh jsou shodné i v případě reakce AChE s NPL a probíhají stejně rychle. Největší problém nastává při reakci d). V případě ACh činí poločas rozpadu 1 milisekundu, s reversibilním inhibitorem neostigminem jde o řádově 10^2 minut,

avšak pro ireversibilní inhibitory – organické fosforové nervově paralytické látky (OP) činí poločas rozpadu řádově 10^8 dní. Po tuto dobu je AChE vyřazena ze svojí činnosti.

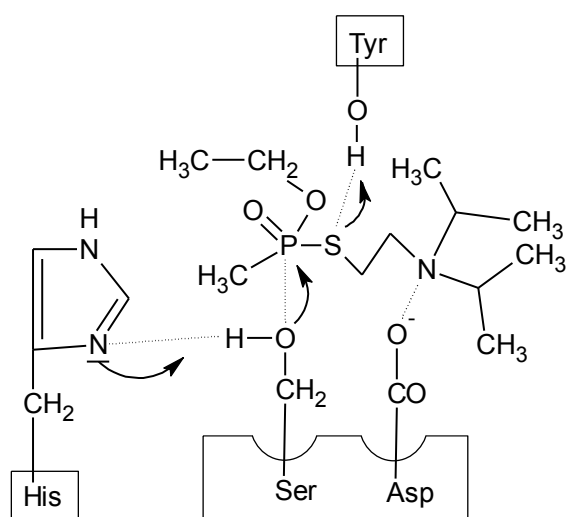
Inhibice AChE nervově paralytickými látkami probíhá ve dvou stupních, jako je znázorněno na reakčním schématu inhibice AChE sarinem (OP):

- vznik komplexu AChE – OP
- ireversibilní fosforylace esterázy



Obrázek 26 - schéma inhibice AChE sarinem[3]

Nejúčinnějšími inhibitory jsou látky, které napodobují strukturu acetylcholinu. Nejlépe „zapadnou“ na příslušné místo látky, které napodobí rozměry a charakter funkčních skupin tak, aby nejvíce odpovídaly vzdálenosti mezi aniontovou a esteratickou oblastí AChE. Tomuto uspořádání nejlépe odpovídají látky řady V[3]:



Obrázek 27 - Schéma inhibice AChE látkou VX[3]

3.4.2. Intoxikace nervově paralytickými látkami

Extrémní zátěž cholinergního nervového systému nahromaděným acetylcholinem na nervových zakončeních kvůli inhibici enzymu cholinesterázy je základní příčinou nástupu příznaků akutní otravy nervově paralytickými látkami, což lze charakterizovat jako akutní cholinergní krizi, která se projevuje muskarinovými, nikotinovými a centrálně nervovými příznaky.

Muskarinové příznaky – projeví se miózou (zúžení zorniček) spolu s poruchou akomodace na světelný impuls (až bolestivě), dále překrvením až otokem spojivek a nosní sliznice, zvýšenou sekrecí slinných, slzných a potních žláz, dýchacími potížemi (v důsledku zvýšené sekrece bronchiálních žlázek a zúžení průdušek), zvýšenou střevní peristaltikou, snížením tepové frekvence a poklesem krevního tlaku.

Nikotinové příznaky – projevují se svalovou ochablostí, třesem a záškuby příčně pruhovaných svalů. Záškuby postupují i na kosterní svalstvo, které se mohou projevit až křečemi a poté i ochrnutím kosterního svalstva. Největší nebezpečí těchto příznaků je možnost ochrnutí dýchacího svalstva.

Centrálně nervové příznaky – jsou důsledkem poškození dechových a kardiovaskulárních center v oblasti prodloužené míchy. To má za následek bolesti hlavy, úzkost, emoční labilita, neklid, napětí, závratě, stavy deprese, zmatenost, poruchy hybnosti, následované často i bezvědomím.

Oběti zasažené dávkami, způsobujícími těžké až smrtelné otravy trpí dechovou nedostatečností vyvolanou poruchami dechových center, ochrnutím bránice a ostatních dýchacích svalů. Akutní respirační insuficience vede postupně k zástavě dechu a zástavě srdeční činnosti.

V případech, kdy se podaří překonat akutní cholinergní krizi, jsou u takto těžkých otrav běžné případy celkového rozvratu metabolismu kvůli nedostatečnému zásobování těla kyslíkem a kvůli okyselení organismu – acidóze. Přeživší proto mají vážné neurologické a neuropsychické potíže a trvalé následky v podobě zvýšené únavy, poruch spánku, depresivních stavů, emoční lability, snížené koncentraci, poruch paměti apod.[3]

4. Možnosti syntézy otravných látek v improvizovaných podmínkách a zneužití průmyslových chemikálií

Kapitola má za cíl poukázat na rizika přípravy OL, či jiných toxických sloučenin a chemikálií používaných v průmyslu, v improvizovaných podmínkách (pravděpodobně ilegálními organizacemi s úmyslem je použít proti obyvatelstvu), ze zdrojů dostupných v České republice. Jsou to:

- maloobchodní a velkoobchodní síť,
- ilegální způsoby získání látek z chemických provozů, či poškození provozu a následné vypuštění OL (chemických látek),
- případně vlastní syntézy látek vhodných k další přípravě OL.

4.1. Zneužití průmyslově vyráběných pesticidů

Průmyslové přípravky proti nechtěným škůdcům, či jiným organismům tvoří obrovské portfolio toxických chemických látek. Velké množství z nich by mohlo být nebezpečné pro člověka, některé s vyšší či nižší toxicitou. Mezi nimi i látky přílohy 3, seznamu 2 (NEBEZPEČNÉ LÁTKY) vyhlášky č. 280/2008 Sb., o provedení zákona o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní a pesticidních přípravků které nejsou omezeny tímto předpisem.

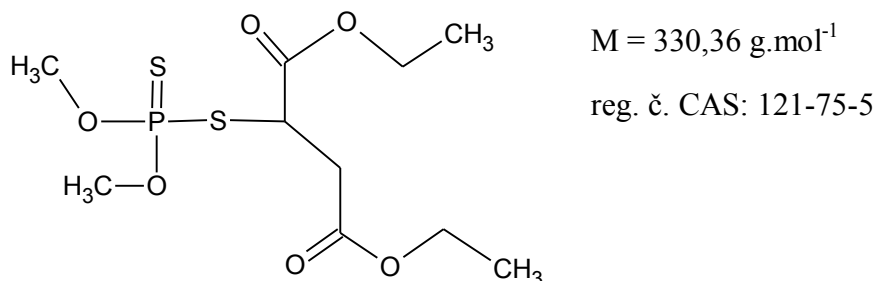
Těchto seznamů[5] se přímo dotýká Nařízení Rady (ES) č. 1334/2000 ze dne 22. června 2000, kterým se zavádí režim Společenství pro kontrolu vývozu zboží a technologií dvojího užití. Nařízení umožňuje regulaci vývozu zboží, pokud mají kompetentní úřady podezření o možnosti zneužití ve spojení s vývojem CBRN prostředků.

Zneužití volně dostupných insekticidů

V současné době dochází k nahrazování účinných látek přípravků bezpečnějšími látkami, které jsou minimálně toxické pro savce a pracují na jiných principech. Což je patrné z rešerše přípravků dostupných na našem a evropském trhu ([35][36][37][38][39][44]) a postojích evropských i amerických agentur pro životní prostředí[34].

Inklinované látky však lze zakoupit mimo západní trhy, kde se dosud využívají v zemědělství, jeden příklad za všechny může být např. Indie, kde se dosud používá methylparathion v zemědělství[38].

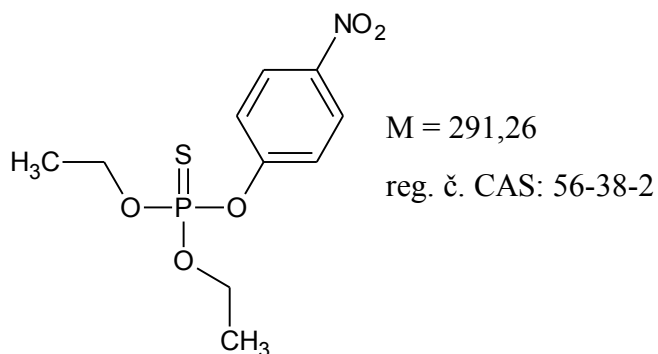
Malathion



Obrázek 28 - Strukturní vzorec malathionu

První látkou je lehce toxický malathion, používá se masově v přípravcích proti komárům, vším a svrabu a jiných aerosolových přípravcích proti hmyzu. Díky své nízké toxicitě $LD_{50} = 1000 \text{ mg/kg}$ i více než $10\,000 \text{ mg/kg}$ (potkan) a orálnímu podání jde opravdu o bezpečnou látku. Jsou známy lehké otravy s typickými příznaky u náhodného pozření dětmi, nebo pracovníky v zemědělství (práce s 0,5 % roztokem). Proto tato látka lze jen stěží zneužít[39].

Parathion (ethyl)



Obrázek 29 - strukturní vzorec Ethyl Parathionu

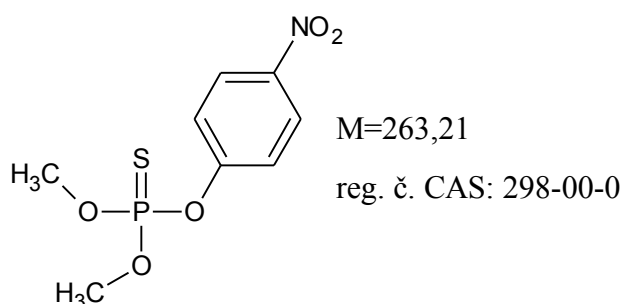
Na rozdíl od první látky jsou parathiony relativně nebezpečné inhibitory acetylcholinesterázy. Prvně registrován roku 1948, využívá se k ošetření zemědělských plodin. V Evropě a USA je jeho použití omezeno kvůli jeho poměrně vysoké toxicitě. Vniká všemi branami vstupu do lidského těla, přechází do krve a působí jako silný inhibitor AChE.

Hodnoty akutní toxicity se pohybují v těchto dávkách[34][40]:

- 1) orálně (potkan ♀) $LD_{50}=2,7$ mg/kg
orálně (potkan ♂) $LD_{50}=10,8$ mg/kg
- 2) dermálně (králík) $LD_{50}=6,8$ mg/kg
- 3) inhalací (potkan) $LC_{50}=0,084$ mg/l (840mg/m^3)

Mnohem toxičtější je oxidovaná látka Paraoxon popsaná dále v samostatném odstavci.

Parathion (methyl)

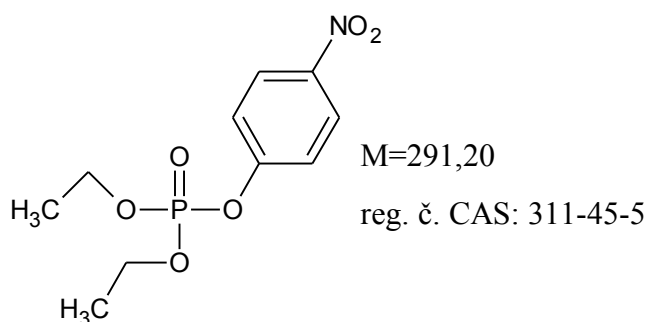


Obrázek 30 - strukturní vzorec Methyl Parathionu

Podobná látka ethyl parathionu používaná v zemědělství, ale zhruba od roku 1995 omezována v užití kvůli své toxicitě, mutagenitě a setrváváním reziduí insekticidu v potravě. Kvůli nadužívání a vysokým obsahům reziduí se tato látka nahrazuje modernějšími sloučeninami, v rozvojových zemích se však stále užívá[42]. Možný je výskyt i u starých zásob této látky, která se začala nahrazovat poměrně nedávno. Hodnoty toxicity[41]:

- 1) perorálně (potkan) $LD_{50}=2,9$ mg/kg
perorálně (myš) $LD_{50}=33,1$ mg/kg (až 119,5mg/kg)
perorálně (králík) $LD_{50}=19$ mg/kg (až 420mg/kg)
perorálně (pes) $LD_{50}=50$ mg/kg
- 2) dermálně (potkan) $LD_{50}=44$ mg/kg (až 67mg/kg)

Paraoxon



Obrázek 31 - strukturní vzorec paraoxonu

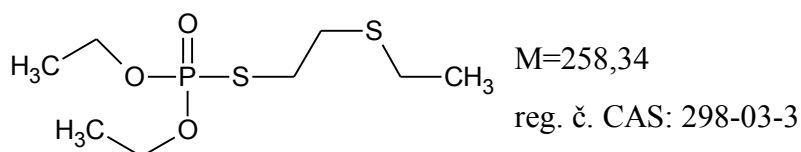
Oxidovaná látka ethyl parathion (živočišný metabolit), má velmi vysokou toxicitu (udává se řádově 70% toxicity sarinu GB). Paraoxon je vyráběn (připravován jako analytický etalon) ve více variantách podle svých prekurzorů popsaných výše (methyl, ethyl parathion). O této látce není mnoho dostupných informací, jsou o ní však zmínky ve výzkumných pracích o karcinogenitě insekticidů i v právních předpisech EU o maximálních hodnotách reziduí v potravinách. Kvůli dosti destruktivní povaze běžných oxidačních činidel by se zneužitelná látka zřejmě musela přímo syntetizovat. [43][44][45].

Toxicita ve srovnání[45]:

- 1) intravenózně (potkan) $LD_{50}=0,7$ mg/kg parathion ethyl
- 2) intravenózně (potkan) $LD_{50}=0,3$ mg/kg paraoxon ethyl (metabolit parathionu)

Z testů provedených na potkanech je vidět podstatné navýšení toxicity ve prospěch metabolitu původní látky.

Demeton



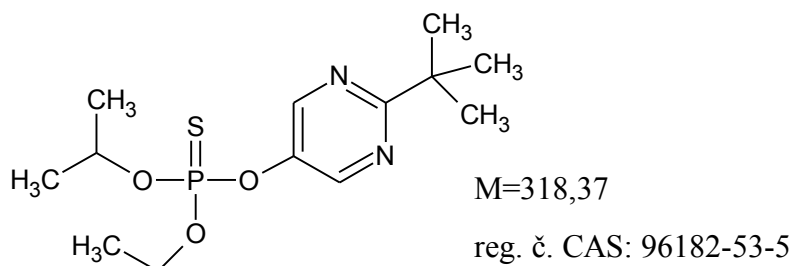
Obrázek 32 - strukturní vzorec demetonu

Toxicita demetonu (směs demeton a S-demeton)[46]:

- 1) perorálně (potkan ♂) $LD_{50}=6,2$ mg/kg (mg/kg tělesné váhy)
 perorálně (potkan ♀) $LD_{50}=2,5$ mg/kg
 perorálně (myš) $LD_{50}=7,85$ mg/kg
- 2) dermálně (potkan ♂) $LD_{50}=14,0$ mg/kg
 dermálně (potkan ♀) $LD_{50}=8,2$ mg/kg
 dermálně (králík) $LD_{50}=24,0$ mg/kg
- 3) inhalačně I.P. (potkan) $LD_{50}=3,0$ mg/kg
 inhalačně (myš) $LD_{50}=4,0$ mg/kg
 inhalačně (králík) $LD_{50}=3,25$ mg/kg
- 4) inhalačně I.V. (potkan) $LD_{50}=1,75$ mg/kg
 inhalačně (myš) $LD_{50}=3,9$ mg/kg
- 5) vystavení dávce inhalací $18,0$ mg demetonu/m³ je smrtelné pro 6/6 krys v rozmezí 50 - 90 minut.

Je třeba dodat, že na trzích v ČR, EU i USA se průběžně přestávají prodávat organofosfátové pesticidy s výraznou toxicitou pro člověka a nahrazují se jinými organofosfáty cílenějšími na nervovou soustavu hmyzu, karbamáty, které reverzibilně inhibují AChE a pyrethroidy, které nejsou nebezpečné pro člověka.

Tebupirimfos



Obrázek 33 - strukturní vzorec látky tebupirimfos

Tebupirimfos je zástupce nových organofosforových insekticidů, které se prodávají v dnešních přípravcích. Je to ireverzibilní inhibitor cholinesterázy, neurotoxický, dráždivý kůži a oční sliznice. Toxicita je relativně nízká, pro savce při orálním podání je $LD_{50}=1,3$ mg/kg (sarin $LD_{50}=0,0286 - 0,143$ mg/kg), tebupirimfos je tedy 9-45x slabším jedem, než sarin. Dermální toxicita se pohybuje okolo $LD_{50}>9,4$ mg/kg. To je 387x vyšší dávka, než u sarinu[3][59].

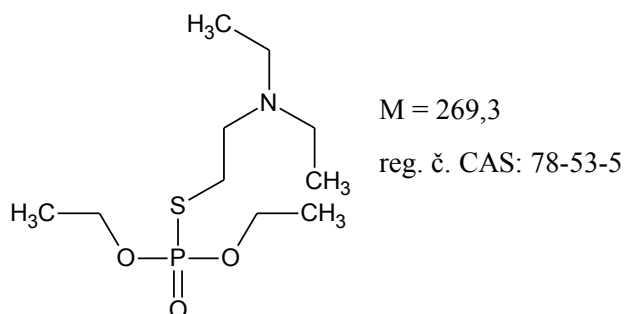
Amiton (Tetram)

Amiton – O,O – Diethyl – S – [2 – (diethylamino)ethyl] – fosforothioát. Anglickým názvoslovím (O,O – Diethyl S – [2 – (diethylamino)ethyl] phosphorothiolate and corresponding alkylated or protonated salts). Vysoce toxický insekticid Amiton byl patentován v 50. letech ve Velké Británii (společně s jeho kvartérní amoniou solí „Tetram“). Amiton je výsledkem dalšího výzkumu prováděného za účelem vytvořit látku podobné se substrátem (a s tím související navýšení toxicity), je přímým předchůdcem skupiny látek V. [1] V některých pramenech je látka označena jako VG. Jak bylo řečeno výše, látka se s jistou pravděpodobností vyrábí a užívá dodnes v některých státech (USA – *přípravek TETRAM – sůl amitonu ve směsi s kyselinou šťavelovou*, bezpečnostní list přípravku Amiton oxalate prodáváného v USA z června 2000 je dohledatelný na internetu[55], v databázi agentury EPA je vedena jako používaná látka[28].), a to díky svému zařazení v seznamu 2 - A Toxických látek Úmluvy o zákazu chemických zbraní. To klade jistá omezení v užití a přístupu, jako u jiných látek seznamu 2 musí být každoročně

Organizaci pro zákaz chemických zbraní (OPCW) deklarovány podniky, které produkují anebo spotřebovávají více, než Úmluvou stanovený limit pro ČR:

- 1kg pro látku BZ,
- 100kg pro amiton a perfluorisobutylen,
- 1t pro prekurzory chemických látek seznamu 2[5][19].

Skutečnost, že se látka nachází na trhu, však poskytuje cestu pro legální nabytí látky ilegálními, či teroristickými organizacemi. Umístění v seznamu nebezpečných látek může být atraktivní pro státy, které nedisponovaly chemickými zbraněmi (spekuluje se o chemické municí plněné amitonem v KLDŘ)[3].

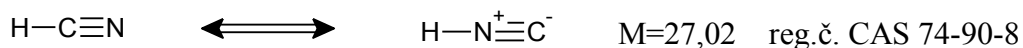


Obrázek 34 - Strukturní vzorec amitonu[3][13][19]

4.2. Možná rizika zneužití chemikálií použitých v průmyslu

Původní chemické zbraně využívaly látek známých z chemického průmyslu, který tehdy i dnes nevyhnutelně pracuje s toxickými i jinak nebezpečnými látkami v opravdu velkém množství. Takovéto chemické provozy jsou potenciálním zdrojem zneužitelných látek. Níže je poukázáno na několik nebezpečných látek obvyklých v chemické výrobě, které by mohly být odcizeny, či přímo zneužity např. zásahem do výrobního procesu, způsobením havarijního stavu technologie, poškozením technologie těžkými stroji, či jinými způsoby. K takovým účelům se nejlépe hodí zkapalněné plynné látky s vysokou relativní hustotou par, které se rychle šíří z místa úniku v optimálních podmínkách při zemi a působí co nejvyšší škody[3][13][61].

Kyanovodík (AC)



Obrázek 35 – Strukturní vzorec kyanovodíku, jeho obou tautomerních forem[3]

Tento toxický plyn se vyskytuje ve dvou tautomerních formách (nitrilové a isonitrilové), nitrilová forma převládá. Za normálních podmínek je to bezbarvá kapalina, b.t. = – 13 °C, b.v. = 25,7 °C, v technické kvalitě je temně hnědý. Zápach je typický po hořkých mandlích. Jeho páry jsou extrémně hořlavé, potenciálně výbušné a lehčí než vzduch. Jeho soli spontánně reagují na změnu pH vývinem kyanovodíku.

Do organismu vniká všemi branami vstupu - sliznicemi, kůží i plícemi. V těle blokuje buněčné dýchání blokadou přenosu kyslíku, krev zůstává okysličená a pokožka je zbarvena do růžova. Při vdechování působí nejrychleji, smrt nastává během několika sekund.

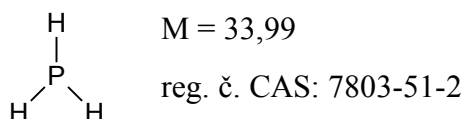
Používá se pro: přípravky na dřevo, rodenticidy, insekticidy, akaricidy, přípravky k regulaci jiných členovců, metalurgii, chemické provozy atd.[3][18][60]

Tabulka 16 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti kyanovodíku[3][18][60]

bod tání [°C] ^{[3][1]}	-13,0
bod varu [°C] ^[3]	25,7
relativní hustota par [-]	0,9359
dolní mez výbušnosti [%]	5,6
horní mez výbušnosti [%]	40,0
LD50 (orální, potkan) [mg/kg]	3,1
LD50 (dermální, králík) [mg/kg]	6,7
LD50 (inhalační, potkan) [mg/m ³]	160

Fosfan PH_3

Hydrid fosforu přímo používaný v průmyslu (barviva, výroba polovodičů)[62]. Fosfan je prudce jedovatý, extrémně hořlavý a samozápalný plyn (kvůli nečistotám - P_4), toxický účinek odpovídá dusivým látkám, tedy projevy dušnosti, labilita, tvorba plicního edému. Je cítit po zkažených rybách. Plyn je extrémně nestálý na vzduchu, proto se nehodí k možnému zneužití[63].



Obrázek 36 – strukturní vzorec fosfanu

Tabulka 17 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti fosfanu[63]

bod tání [°C]	-134
bod varu [°C]	-87,7
Teplota samozápalu [°C]	38
relativní hustota par [-]	0.74
LC50 (inalace, potkan) [ppm/4h]	10

Chlor Cl_2

Žluto-zelený prudce jedovatý, korozivní, silně oxidující plyn nebezpečný pro životní prostředí. Leptá sliznice dýchacích cest, očí, způsobuje chemické popáleniny na kůži. První chemická látka použitá jako zbraň (dusivý plyn)[1]. Dráždí horní dýchací cesty ke kašli ihned po expozici. Plyn je těžší než vzduch, mrak plynu se drží u země. Chlor reaguje s vodou a vzdušnou vlhkostí za vzniku kyselin (HClO , HCl). Mrak lze tedy částečně likvidovat reakcí s roztříštěným proudem vody a vodními clonami. Je silným oxidovadlem, s hořlavými plyny může tvořit výbušné směsi[3][64].

Tabulka 18 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti chloru[64]

bod tání [°C]	-101
bod varu [°C]	-34,03
relativní hustota par [-]	1,6
P^{20} [kPa]	680
LC ₅₀ [ppm/4h]	146.5

Sulfan H₂S

Sirovodík je vysoce toxický, extrémně hořlavý plyn, nebezpečný pro životní prostředí. Působí jako hemolytický jed, postihuje nervovou soustavu. V malých koncentracích je cítit po zkažených vejcích, při vysokých koncentracích nelze čichem rozeznat. Dráždí oči a dýchací cesty, poškozuje centrální nervový systém, při dlouhodobém působení vyvolává otok plic[65].

Tabulka 19 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti sirovodíku[65]

bod tání [°C]	-86
bod varu [°C]	-60,2
LEL [%]	4,3
UEL [%]	45,5
relativní hustota par [-]	1,2
LC ₅₀ [ppm/h]	712

Amoniak NH₃

Čpavek je bezbarvý, charakteristicky ostře čpící, toxický plyn, nebezpečný pro životní prostředí a zvláště pro vodní živočichy. Používá se v průmyslu, zemědělství, metalurgii, chladiřnictví apod. Amoniak je hořlavý, toxický při vdechování, způsobuje těžká poleptání kůže a sliznic, zejména očí. Leptá dýchací cesty, čpavek reaguje s vodou za vytvoření silné zásady hydroxidu amonného NH₄OH. Látka je značena jako hořlavá, ale na vzduchu je jen těžko zapalitelná, proto se s její hořlavostí za normálních podmínek nepočítá, větší rizikem je jeho toxicita.

Tabulka 20 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti amoniaku[66]

bod tání	-77,7
bod varu	-33
relativní hustota par	0,6
LC ₅₀ [ppm/h]	4000

Inhalace vysokých koncentrací amoniaku vede k těžkým poleptáním dýchacích cest, křečím průdušek, otoku hrtanu a tvorbě pseudomembrány (pablána-těžký projev zánětu). Může způsobit zánět až poleptání dýchacích cest a pokožky[66].

Arsan AsH_3

Vysoce toxický plyn, extrémně hořlavý, reagující na světlo, čpící po česneku, toxický při vdechování, hemolytický jed (rozklad červených krvinek), karcinogenní. Se vzduchem tvoří výbušnou směs. Může způsobit flash fire, flash back. Rozkládá se za tepla a je citlivý na světlo. Velmi nebezpečný při vdechování, příznaky krátkodobé expozice jsou světlolachost, nevolnost, zvracení, bolesti žaludku, hrudníku, obtížné dýchání, bolest hlavy, dezorientace, emoční labilita, selhání orgánů, zasažení mozku, koma, smrt[67].

Tabulka 21 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti arsanu[67]

bod tání [$^{\circ}\text{C}$]	-117
bod varu [$^{\circ}\text{C}$]	-63
relativní hustota par [-]	2,7
LEL [% obj.]	5,1
UEL [% obj.]	78
LCt50 [$\text{mg}/\text{m}^3/15\text{min}$]	0,3

Bromkyan BrCN

Vysoce toxická, bezbarvá, krystalická látka s charakteristickým zápachem (po hořkých mandlích a štiplavý zápach). Nebezpečně reaguje s vodou a kyselinami, způsobuje těžká poleptání kůže a očí (sliznice). Při požití může dojít k perforaci jícnu a žaludku. S vodou hydrolyzuje za vývinu kyanovodíku HCN a kyseliny bromné HBrO .

Bromkyan je těkavý a snadno vstřebatelný kůží, nebo zažívacím traktem. Intoxikace může nastat inhalací, fyzickým kontaktem s pevnou látkou, nebo požitím. Látka je akutně toxická, vyvolává nespecifické symptomy otravy, i malé dávky mohou způsobit smrt[68][69].

Tabulka 22 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti bromkyanu[68][69]

bod tání	51
bod varu	61
relativní hustota par	-
tlak nasyc. par [kPa]	16.2
LD50 (orálně, potkan) [mg/kg]	25-50

Chlorkyan ClCN (CK)

Bezbarvý, snadno kondenzující plyn, pseudohalogen. Vyznačuje se velmi nepříjemným štiplavým zápachem (připomíná chlor). Reaguje s vodou za uvolnění kyanovodíku a kyseliny chlorné. Dráždí oči, sliznice, vdechování i malých koncentrací (<10 molárních ppm) po alespoň 10 minut vede k podráždění horních cest dýchacích a sliznic. Objevuje se podráždění očí a intenzivní slzení (plyn má lakrimační účinky), delší expozice vede ke zpomalenému dechu, bronchiálnímu krvácení a pulmonálnímu edému. Několik nádechů vysokých koncentrací chlorkyanu vede k okamžité anoxii a smrti. Látka byla uvažována jako dusivá OL (přes lakrimační účinky převládá dusivý charakter plynu)[3] [70].

Tabulka 23 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti

bod tání [°C]	-6,9
bod varu [°C]	12,95
relativní hustota par [-]	2,12
LD ₅₀ (SCU-myš) [mg/kg]	39
LC ₅₀ (inhalačně, potkan) [ppm/2min][70]	3000
TC ₅₀ [mg/m ³]	1-2,5
ECt ₅₀ [g.min/m ³]	5-12 (7)
LCt ₅₀ [g.min/m ³]	11
LCt ₅₀ (expozice 10min) [g.min/m ³] [1]	0,4

Sulfurylfluorid SO₂F₂

Látka používaná jako fumigant, jedná se o bezbarvý plyn bez zápachu prodáváný stlačený v tlakových lahvích. Škodlivý při inhalaci, způsobuje problémy s dýcháním, dráždí dýchací cesty a oči. Při krátkodobé expozici dochází k podráždění a zhoršenému vidění. Specifičtější projevy akutní toxicity při inhalaci jsou podráždění, svědění, nevolnost, zvracení, bolesti břicha, symptomy podobné opilosti, brnění těla, kongesce plic a křeče. Nedoporučuje se dávat do kontaktu s oxidujícími materiály[72].

Tabulka 24 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti sulfurylfluoridu[72]

bod tání [°C]	-137
bod varu [°C]	-55
relativní hustota par [-]	3,7
LD ₅₀ (orálně, potkan) [mg/kg]	100
LCt ₅₀ (inhalačně, potkan) [ppm/4hod]	991

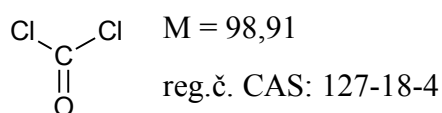
Formaldehyd HCHO

Methanal, nebo také formalín, je nejjednodušším aldehydem s obrovským využitím v chemickém průmyslu, laboratořích, jako konzervant, dezinfekce, biocid atd. Za normálních podmínek se jedná o bezbarvý plyn, často používaný jako vodný roztok. Je toxický a proniká všemi branami vstupu do těla, je podezřelý na karcinogenitu a způsobuje těžká poleptání kůže, sliznic, očí, poškozuje orgány a je senzibilizující. Účinkem formaldehydu je denaturace bílkovin. V roztoku má sklon k polymeraci do trimeru i polymerního řetězce. Je proto stabilizován methanolem. Způsobuje podráždění očí, kůže a sliznic, je silným alergenem. Při vdechnutí dochází k podráždění dýchacích cest, kašli, slzení, ztíženému dýchání, může způsobit plicní edém[73].

Tabulka 25 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti formaldehydu[73]

bod tání [°C]	-92
bod varu [°C]	-19
relativní hustota par [-]	-
LD50 (orálně, potkan) [mg/kg]	100
LD50 (dermálně, králík) [mg/kg]	250
LC50 (inhalačně, potkan) [ppm]	0,578
vážné poškození očí-člověk [ppm/5min]	4

Fosgen CCl₂O



Obrázek 37 - Strukturní vzorec fosgeny (CG)[3]

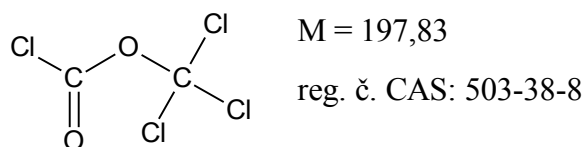
Toxický plyn s charakteristickým oděrem po tlejícím listí. Je ve velkém množství využíván v chemickém průmyslu při syntézách např. polykarbonátu (lexan, makrolon). Při haváriích tedy může být účinkům této dusivé látky vystaveno obyvatelstvo (i následkem úmyslného zavinění havárie).

Tabulka 26 - Fyzikálně-chemické vlastnosti fosgenu a jeho toxicita[3]

bod varu [°C]	8,2
bod tání [°C]	-118
relativní hustota par [-]	3,48
P ²⁰ [mbar]	1565
C ²⁰ _{MAX} [g/m ³]	6,37
TCt ₅₀ [mg.min/m ³]	150
ECt ₅₀ [g.min/m ³]	1,6
LCt ₅₀ [g.min/m ³]	3,2

Omezeně rozpustný ve vodě (0,9%), reaguje s vodou, mimořádně rychle v alkáliích. Fosgen reaguje s kovy (redoxní reakce, vzniká chlor a oxidy uhlíku), zvláště technický s příměsemi chloru a chlorovodíku. Je teplotně stálý do 200°C, kdy se začíná rozkládat na chlor a oxid uhličitý, úplný rozklad nastává při 800°C[3].

Difosgen C₂Cl₄O₂



Obrázek 38 - Strukturní vzorec difosgenu (DP)[3]

Trichlormethyl-chlorformiát, poprvé připraven Cahoursem (1847), je málo pohyblivá kapalina bez barvy s oděrem po tlejícím listí nebo seně jako u fosgenu. Na vzduchu slabě dýmá. Ve vodě nerozpustný, dobře se rozpouští v organických rozpouštědlech. Je schopný po dlouhou dobu zamořit vodu, kvůli rychlosti hydrolýzy, která probíhá pomaleji, než u fosgenu. Za varu však probíhá během několika minut. Katalyticky na rozklad difosgenu působí zejména chloridy železa, je proto stabilizován většinou 2% fenolu. Díky této přísadě se zbarvuje do růžova.

Difosgen (čistý a suchý) nenapadá kovy. Technický však díky příměsí chloru, jež vytvoří příslušné kovové chloridy, zejména při vyšších teplotách působí korozivně.

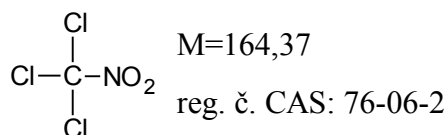
Toxikologické vlastnosti jsou v zásadě srovnatelné s fosgenem (tabulkové hodnoty)[3].

Tabulka 27- Fyzikálně-chemické vlastnosti difosgenu[3]

Bod tání [°C]	-54
bod varu [°C]	128 (760mm Hg)
relativní hustota par [-]	6,9
d^{20} [g.cm ⁻³]	1,65
P^{20} [mbar]	13,7
C^{20} [g.m ⁻³]	120
termický rozpad [°C]	300-350

Chlorpikrin

Trichlornitromethan je původně otravná látka dnes používaná jako fumigant pro ošetření půdy proti škůdcům. Na rozdíl od fosgenu působí polyvalentně jako silný lakrimátor, je tedy dobře detekovatelný smysly. Je použitelný i jako značící látka. Je na seznamu méně nebezpečných látek spolu s fosgenem a dalšími látkami vyhlášky SÚJB č.208/2008 Sb[5].



Obrázek 39 - Strukturní vzorec trichlornitromethanu

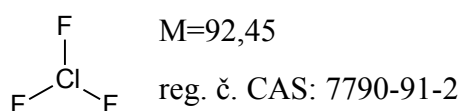
Chlorpikrin je bezbarvá dobře pohyblivá kapalina, na světle se barví do žluto-zelena. Je rozeznatelná ostrým čpavým zápachem, působí na sliznice a vyvolává silné slzení. Velmi obtížně se odbourává, nereaguje s vodou ani kovy. Jeho perzistence je velmi vysoká, usazuje se v půdě a na dně vodních nádrží. Rozkládá se až teplem nad 400°C. Mimo lakrimační účinky je stále dusivou látkou poškozující plíce a vyvolávající plicní edém a následně smrt. Doba latence je podstatně kratší, než u fosgenu, vyvolává brzy dávení a zvracení. Je lipofilní, váže se na tělesné tuky a ukládá v orgánech[3].

Tabulka 28 - Fyzikálně-chemické vlastnosti chlorpikrinu (PS) a jeho toxicita[3]

bod varu [°C]	113
bod tání [°C]	-69,2
d^{20} [g/cm ³]	1,658
relativní hustota par [-]	5,69
P^{20} [mbar]	13,7
C^{20} [g/m ³]	165
TCt ₅₀ [mg.min/m ³]	1
ECt ₅₀ [mg.min/m ³]	350
LCt ₅₀ [g.min/m ³]	20

Chlortrifluorid

Řadí se mezi atypické dusivé látky. Současně je to velmi reaktivní fluorační činidlo používané v chemickém průmyslu ke fluoracím dalších prvků (As, B, C, Ge, I, S,...). Používá se k leptání křemičitého skla i jako raketové palivo (silné oxidovadlo)[52].



Obrázek 40 - Strukturní vzorec chlortrifluoridu[3]

Jedná se o bezbarvou kapalinu, někdy lehce zbarvenou do zelena, jejíž páry mají nasládlý zápach. Při intoxikaci vyvolává plicní otok, leptá horní cesty dýchací a způsobuje hnisavou bronchitidu. Leptá sliznice, poškozuje oči, vyvolává záněty víček a zakalení rohovky. Nejsou relevantní zdroje o toxicitě u člověka, pouze kusé informace a poznatky z testů na laboratorních potkanech.

U potkanů chlortrifluorid při koncentraci 800 ppm (3040mg/m³) usmrcoval všechna zvířata do 10 - 13 minut. Při poloviční koncentraci hynula zvířata postupně (LT₅₀ = 25 min). Při této koncentraci měla zvířata viditelné potíže s dýcháním, po 20 min docházelo k akutním respiračním selháním a do 70 min byla všechna zvířata mrtvá.

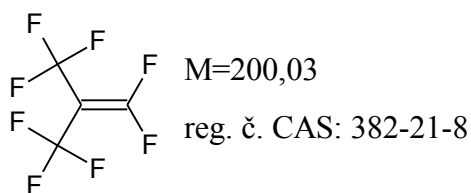
U člověka je stanoven maximální expoziční limit (PEL) 0,1 ppm (Dánsko, Nizozemí, Německo, Švédsko, Velká Británie a USA). Z případů havárií jsou známy účinky v podobě bolestí hlavy, břicha, ztíženého a bolestivého dýchání[3][52].

Tabulka 29 - Fyzikálně-chemické vlastnosti chlortrifluoridu[3]

bod varu [°C]	12,1
bod tání [°C]	-82,6
relativní hustota par [-]	3,2
P ²⁰ [mbar]	998

Perfluorisobuten

1,1,3,3,3-pentafluor-2-(trifluormethyl)prop-1-en lze připravit z chlordifluormethanu, vzniká také při spalování řady perfluorovaných sloučenin, zejména teflonu[®] (polytetrafluorethylen).



Obrázek 41 - Strukturní vzorec perfluorisobutenu[3]

Syntézu lze rovněž provést (zřejmě radikálově) z tetrafluorethylenem spolu s hexafluorpropenem. Je znám případ havárie, při níž 5 dělníků bylo vystaveno po 24h plynu s 2% PFIB. Následně byl u pracovníků potvrzen edém plic (dva zemřeli) a symptomy tzv. „horečky z polymerového dýmu“ - dráždění dýchacího traktu, bolesti hlavy, kašel, bolest za hrudní kostí (sternem) a horečku[3].

Tabulka 30 - předpokládané hodnoty toxicity PFIB[3]

EC ₅₀ [mg.min/m ³]	150
LC ₅₀ [mg.min/m ³]	400

Tyto látky jsou autorem publikace[3] označeny za látky použitelné jako OL pro svoje toxické vlastnosti, proto jsou uvedeny ve výčtu látek a budou s ostatními průmyslovými látkami zahrnuty do přehledu látek používaných v průmyslu, které by mohly být zneužity.

4.3. Shrnutí vybraných rizikových látek dostupných na trhu

V tabulce obsažené v příloze[10 (Příloha č. 1)] je uveden seznam látek seřazených podle rizikových skupin látek a přípravků. Ostatní chemické reakce a úpravy jsou rovněž součástí přílohy.

5. Dostupnost chemických látek a přípravků

Prodej chemických látek a přípravků právnickým a fyzickým osobám je omezen právními předpisy České republiky, evropskými a mezinárodními předpisy a standardy. Cesty k získání nebezpečných látek však bezpochyby existují i přes přijaté předpisy a omezení. Tato kapitola shrnuje legislativní překážky bránící nedovolenému získání, nakládání a zneužití nebezpečných látek. Dále budou diskutovány možnosti překonání, nebo obejití těchto bezpečnostních prvků.

5.1. Mezinárodní právní předpisy

SAICM Strategic Approach to International Chemical Management. Pod záštitou OSN (United Nations – UN) a Světové zdravotnické organizace (World Health Organization – WHO) byl vypracován a přijat nový rámec pravidel pro chemickou bezpečnost v mezinárodním měřítku pod zkratkou SAICM - Strategický přístup pro mezinárodní chemickou bezpečnost. Od roku 2002, kdy se konala první konference v Johannesburgu byl vypracován rozsáhlý katalog opatření pro bezpečnost při zacházení s chemikáliemi, který má podporu napříč členskými zeměmi a má napomoci rozvíjet bezpečnost v rozvojových a prahových zemích.

Katalog opatření má 5 oddílů:

- 1) minimalizace rizik
- 2) zpracování a poskytování informací
- 3) úřední dohled
- 4) budování kapacit a technická spolupráce
- 5) *boj proti ilegálnímu mezinárodnímu obchodu s potenciálně nebezpečnými látkami*

Na základě iniciativy mezi organizací SAICM, členskými státy a podniky se zavádí nové přístupy pro bezpečné užívání chemických přípravků, s cílem do roku 2020, kdy se mají výrazně omezit hlavní rizika pro společnost[58].

Je tedy dobrou zprávou, že se s postupem času budou z trhu eliminovat potenciálně nebezpečné chemické látky, je však otázkou, zda budou jako hlavní rizika vybrány zneužitelné látky popsané v této práci.

5.2. Evropské předpisy

Základním předpisem pro regulaci chemických látek v prostoru Evropské unie je nařízení REACH (Registration, Evaluation, Authorisation, Restriction, Chemicals) vyplývající z Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006. Předpis upravuje:

- R Registration - Registrace látek uváděných na trh
- E Evaluation - hodnocení registračních dokladů a látek
- A Authorization - povolování látek a směsí uváděných na trh
- CH Restriction of Chemicals - omezování látek a směsí

Nařízení vstoupilo v platnost 1. června 2007 a sankce jsou v platnosti od 1. června 2008. REACH je nový systém kontroly chemikálií, který má za cíl zajistit vytyčený cíl evropského společenství, aby se nejpozději do roku 2020 používaly pouze chemikálie se známými vlastnostmi, které prokazatelně nepoškozují zdraví a životní prostředí.

- látky podléhající registraci
 - látky samotné
 - látky ve směsích
 - látky v předmětech
- látky podléhající oznámení
 - látky používané pro účely výzkumu a vývoje (PPORD)
 - látky v předmětech
- látky podléhající povolování
 - látky uvedené v příloze XIV
- látky podléhající omezení
 - látky uvedené v příloze XVII

Tyto činnosti provádí Evropská chemická agentura (ECHA) jako centrální úřad Společenství pro kontrolu nad chemickými látkami se sídlem v Helsinkách. Z působnosti nařízení jsou vyjmuty některé skupiny látek, které upravují jiná nařízení:

- radioaktivní látky
- látky pod celním dohledem
- látky používané v zájmu národní obrany, na které se vztahují vnitrostátní výjimky
- odpad
- neizolované meziprodukty

- přepravované látky

Vyjmuty jsou také skupiny látek, které nemají povinnost registrace:

- potraviny nebo krmiva
- léčiva
- látky uvedené v příloze IV REACH
- látky, na které se vztahuje příloha V REACH
- už registrovaná nebo zhodnocovaná (znovu získaná) látka
- reimportovaná látka
- polymer
- PPORD (výzkum a vývoj)

V rámci zájmu této práce jsou podstatné zvláště látky použité jako biocidy, či pesticidy, které REACH považuje za zaregistrované:

- účinná látka určená pro použití v biocidech
- účinná látka určená pro použití v přípravcích na ochranu rostlin
- oznámené látky (směrnice 67/584/EHS nebezpečné látky)

Účinná látka určená k použití v biocidech - upravuje směrnice 98/8 ES, z povinnosti registrace jsou vyjmuta množství látky, která jsou použita v biocidních přípravcích. Pro jiné účely se musí registrovat.

Účinná látka pro použití v přípravcích na ochranu rostlin (pesticidy) - je na ně vztažena směrnice 91/414/EHS. Z povinnosti registrace jsou vyjmuta množství účinné látky v pesticidních směsích.

Oznámené látky podle směrnice 67/548/EHS jsou látky spadající pod předpis ČR - zákon č. 350/2011 Sb. o chemických látkách a chemických směsích (chemický zákon)[32].

5.3. Právní předpisy České republiky pro nakládání s chemickými látkami

Pro výrobu, dovoz, prodej a následně nakládání s vysoce toxickými látkami existují jasná omezení daná v prvním případě živnostenským zákonem a v druhém případě zákonem o ochraně veřejného zdraví. Dále v podkapitole jsou rozebrána oprávnění a povinnosti těchto osob.

Odborně způsobilá osoba (OZO)[9]

Osoba způsobilá dle zákona 258/2000 Sb. o veřejném zdraví[9] k nakládání s vysoce toxickými látkami a přípravky. Každá společnost (právnícká -PO, nebo fyzická osoba - FO) musí podle § 44a, odst. 8 mít zabezpečeno nakládání s těmito látkami FO odborně způsobilou podle § 44b odst. 1,2 nebo 6.

OZO je oprávněna proškolovat (každoročně) zaměstnance k manipulaci s vysoce toxickými látkami. O školeních se vede dokumentace, záznamy se uchovávají po dobu tří let.

Odborná způsobilost je předepsána a vyžadována pouze u osob pracujících s vysoce toxickými látkami a přípravky.

Ustanovení se netýká činností k **provozování speciální ochranné dezinfekce, dezinsekce a deratizace**, jež se řídí dle § 58.

Způsobilost lze získat:

- 1) **vzděláním** (§ 44b, odst. 1, písm. a)): vztahuje se na absolventy vysokých škol všeobecného lékařství či farmacie, veterinárního lékařství a hygieny, obory rostlinolékařství a ochrany rostlin (rostlinolékařský zákon[11]), obory chemie, učitelské obory zaměřené na chemii (zkouška z toxikologie), nebo jiné VŠ vzdělání s dokladem absolvování speciální průpravy pro výkon práce ve zdravotnictví, nebo s dokladem o celoživotním vzdělání v oboru toxikologie.
- 2) **osvědčením o autorizaci** dle chemického zákona (zákon č.157/1998 Sb.): tyto osoby se považují za způsobilé k nakládání s vysoce toxickými látkami a přípravky, pokud mají v osvědčení o autorizaci tuto skupinu uvedenou. Autorizační osvědčení se již dále neprodlužují.

- 3) **zkouškou z odborné způsobilosti** (§ 44b odst. 1 písm. b)): mohou zájemci získat osvědčení o odborné způsobilosti k nakládání s chemickými látkami a přípravky klasifikovanými jako vysoce toxické (§ 44b odst. 4 a 5). Osvědčení je platné po omezenou dobu (5 let), po uplynutí doby musí dotyčný vykonat znovu zkoušku z odborné způsobilosti. Zkoušky obstarává Krajská hygienická stanice (KHS), neplatí územní příslušnost, zkoušku lze vykonat kdekoliv.

Odborná způsobilost se vztahuje jen ke konkrétním látkám, nebo skupině látek, se kterými bude dotyčný pracovat. Nelze získat osvědčení pro toxické látky obecně. Pro nakládání s ostatními nebezpečnými látkami se zvláštní způsobilost nevyžaduje, pracovníci pracující s NL musí být ale seznámeni s riziky[9][12].

Výroba, dovoz a prodej

Pro fyzické osoby odborně způsobilé podle § 44b, odst. 2 se pro výrobu, dovoz či prodej NL a chemických přípravků (vysoce toxické), jejich odborná způsobilost posuzuje podle živnostenského zákona[10]. Jedná se o způsobilost-kvalifikaci k vydání živnostenského oprávnění.

6. Diskuse výsledků

Analýza současného stavu problematiky spočívala v rozboru českých právních předpisů, evropských směrnic a mezinárodních úmluv, které staví právní překážky před zneužitím otravných látek a jejich prekurzorů. Následně byly analyzovány publikace věnující se těmto látkám a hledání způsobů příprav prekurzorů OL, OL samotných i generických sloučenin na popud vedoucího práce.

Základní tezí práce totiž je skutečnost, že není zcela efektivně pokryt přístup k chemikáliím potřebných k přípravě otravných látek. Pod vedením doc. Kloudy jsem byl instruován k tomu, abych se pokusil přemýšlet proti zaběhnutému systému a na základě relevantních podkladů navrhl způsoby příprav generických látek k látkám otravným (stal se tzv. „morálním teroristou“). Výsledkem jsou úpravy látek (substrátů) dostupných v drogeriích a hobby marketech, které jsou upraveny podle známých schémat chemických reakcí. Podle prvních návrhů se nejedná o složité procesy a s použitím pokročilých činidel běží reakce v normálních podmínkách. Tyto postupy nemohly být odzkoušeny přímo v laboratoři kvůli omezením daných Úmluvou[1], což by mohlo být klasifikováno jako pokus o vývoj chemických zbraní. Stejně tak je příprava problematická kvůli problémům s bezpečností práce během manipulace s potenciálně extrémně toxickými sloučeninami. Oprávněným ústavem pro zhodnocení proveditelnosti navržených reakcí je SÚJCHBO.

Po dokončení výše zmíněných návrhů se práce zaměřila na možnou přípravu prekurzorů z látek neuvedených v příloze č. 3, seznamu 2 a příloze č. 4, seznamu 3 vyhlášky[5]. Zejména co se týče zpuchýřujících látek, poměrně snadno připravitelných sloučenin, je dle mého názoru nutné vyvinout větší úsilí při kontrole dostupných prekurzorů[10 Příloha č. 1]. Seznam upravuje pouze dva prekurzory yperitu, příloha se však odvolává na další způsoby příprav.

Je potřeba říci, že navržené přípravy, v podobě v jaké jsou uvedeny v příloze, nemusí poskytovat kýžené látky v dostatečně vysokých výtěžcích reakcí kvůli reakčním podmínkám, chemickým rovnováhám, příliš vysokým aktivačním energiím (kdy dojde k destrukci složitějších látek, nebo se reakce nerozeběhne vůbec - bez vhodných katalyzátorů), nebo možným omylům v konceptu příprav. Z práce by i přes to mělo naprosto jasně vyplynout, že tady existuje prostor, který by mohl dostatečně schopný chemik zneužít a ohrozit společnost.

Na otázku dostupnosti laboratorní techniky, výroby reaktorů a následných testů toxicity v improvizovaných podmínkách bych odpověděl, že v minulosti nebylo vhodnějšího období, než je to současné, kdy je možné na trhu nakoupit obrovské množství specializované

techniky, kvalitních chemikálií a materiálů. Lze si dobře představit uskutečnění vybudování laboratoře, nebo malého výrobního zařízení schopného produkovat otravné látky. S trochou nadsázky lze říci, že „laboratorních“ zvířat běhá po ulicích také více, než dost.

Poslední oblastí, které se práce věnovala, je únik vysoce toxických látek z průmyslových zařízení. Myšlenkou je zneužití velkých zásobníků s toxickými a vysoce toxickými látkami v dosahu obydlených oblastí. V případě opravdu velkých množství se stávají smrtícími úniky i relativně málo toxických látek díky vysokým koncentracím v oblaku par. V případě smyslu těžko rozeznatelných látek, kdy nemají lidé informaci o ohrožení svého života, by došlo k dlouhé expozici nebezpečné látky a příjmu vysokých dávek obyvatelstvem. Mezi průmyslovými látkami figurují i látky použité v minulosti jako chemické agents, seznam látek je uveden v příloze[10 Příloha č. 1].

Z této analýzy vyplývá jasná potřeba přehodnotit současný stav zákazu chemických zbraní, provést více studií na téma příprav rizikových látek (prekurzorů) a na základě provedených syntéz aktualizovat seznamy prezentované v podmínkách ČR vyhláškou SÚJB[5] ve spolupráci s OPCW[2], protože současný stav není vyhovující.

7. Závěr

Na začátku tohoto zadání byla prostá myšlenka toho, že je potřeba se správně a kreativně zamyslet nad otázkami reálného zneužití chemických látek. Součástí práce neměly být rozbor jak, proč a na jakém místě by se mohl odehrát útok chemickou látkou, ale široké pojetí zneužití dostupných látek, které nejsou předmětem kontrol úřadů států, které přijaly Úmluvu o zákazu chemických zbraní[1][4] a příslušné právní předpisy, které obsahují seznamy dotčených látek[5].

Na základě analyzování problému vyplývá závěr, že přijaté právní předpisy jsou určitou zárukou kontroly, nemohou ale pojmut vše. Trh s chemikáliemi je velmi široký a dají se vysledovat látky, které mají potenciál být zneužity i přes tlak úřadů a organizací pohánějící výrobce k produkci co nejbezpečnějších přípravků. Řada látek již není uváděna na trh a jsou postupně nahrazovány bezpečnými účinnými látkami. Na druhou stranu je stále užívána řada vysoce toxických látek např. k fumigaci, které mají dusivý účinek, nebo insekticidy, které mohou být užity přímo, nebo být upraveny k docílení vyšší toxicity. V příloze [10 Příloha] jsou popsány příklady, jak by bylo možné obejít nařízení a dopracovat se k účinným látkám zakázaných Úmluvou[1][4], nebo jim podobných.

Výstupem této práce by tedy měl být impuls k mnohem důkladnější kontrole chemických látek a možná i rozšíření seznamů látek uvedených v příloze č.3, seznamu 2 Nebezpečné látky a příloze č.4, seznamu 3 Méně nebezpečné látky[5] o další prekurzory. Také je na zvážení kontroly prodeje některých činidel[10 Příloha], které by mohly být zneužity pro přípravu vysoce toxických látek. Toto nebezpečí bude vysoké u osob s kvalitním vzděláním v oblasti chemie, organické chemie a chemické technologie. Takto vzdělaná osoba je schopná sama navrhnout i dílčí syntézy prekurzorů toxických látek, potřebného zařízení a reakčních podmínek. Na příkladu regulérního výrobního provozu[3][16] v Japonsku, zřízené sektou Óm šinrikjó k výrobě otravné látky sarinu, lze ukázat, že pro dostatečně motivované osoby, či spolky by bylo možné takové zařízení zbudovat i v podmínkách ČR. Této možnosti nahrává i fakt, že potřebné látky jsou dostupné na trhu. Toto riziko zneužití by se mělo odrazit v aktualizaci seznamů vyhlášky SÚJB[5].

8. Použitá literatura

- [1] CONVENTION ON THE PROHIBITION OF THE DEVELOPMENT, PRODUCTION, STOCKPILING AND USE OF CHEMICAL WEAPONS AND ON THEIR DESTRUCTION. In: *C.N.610.2005.TREATIES-4*. Haag: Technical Secretariat of the Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons, 2005. Dostupné z:
http://www.opcw.org/index.php?eID=dam_frontend_push&docID=6357
- [2] OPCW. *Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons* [online]. 2015 [cit. 2015-04-08]. Dostupné z: <http://www.opcw.org/>
- [3] MATOUŠEK, Jiří a Petr LINHART. *CBRN: chemické zbraně*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005. ISBN 80-866-3471-X.
- [4] Úmluva o zákazu vývoje, výroby, hromadění zásob a použití chemických zbraní a jejich zničení: Zákaz chemických zbraní. SÚJB. *Státní úřad pro jadernou bezpečnost* [online]. 2015 [cit. 2015-03-31]. Dostupné z:
<https://www.sujb.cz/zakaz-chemickych-zbrani/umluva-o-zakazu-vyvoje-vyroby-hromadeni-zasob-a-pouziti-chemickych-zbrani-a-jejich-zniceni/>
- [5] Vyhláška SÚJB č. 208/2008 Sb., o provedení Zákona o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní, ve znění platných předpisů.
- [6] Zákon č. 19/1997 Sb., o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní, ve znění platných předpisů.
- [7] NAŘÍZENÍ RADY (ES) č. 1334/2000 ze dne 22. června 2000, kterým se zavádí režim Společenství pro kontrolu vývozu zboží a technologií dvojího užití, ve znění platných předpisů.
- [8] Zákon o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). In: *350/2011 Sb.* 2011. Dostupné z:
<http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=75352&nr=350~2F2011~20Sb.&ft=pdf>
- [9] Zákon č. 258/2000 Sb., o veřejném zdraví, ve znění platných právních předpisů.
- [10] Zákon č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání, ve znění platných právních předpisů; dostupné z:
<http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=39498&nr=455~2F1991~20Sb.&ft=pdf>

- [11] Zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění platných právních předpisů. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=58042&nr=326~2F2004~20Sb.&ft=pdf>
- [12] Způsobilost k nakládání s vysoce toxickými nebezpečnými chemickými látkami. KHSSTC. *Krajská hygienická stanice Středočeského kraje* [online]. 2009 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: http://www.khsstc.cz/dokumenty/zpusobilost-k-nakladani-s-vysoce-toxickymi-nebezpecnymi-chemickymi-latkami_1034_44_1.html
- [13] PITSCHMANN, Vladimír. *Chemické zbraně a ochrana proti nim*. 1. vyd. Praha: Manus, 2011. ISBN 978-80-86571-11-9.
- [14] CHEMICAL BOOK. *N-NONANOYLMORPHOLINE Basic information* [online]. 2014 [cit. 2014-09-12]. Dostupné z: http://www.chemicalbook.com/ProductChemicalPropertiesCB8210092_EN.htm
- [15] BAJGAR, Jiri. *Nerve agents poisoning and its treatment in schematic figures and tables*. 1st ed. Boston, MA: Elsevier, 2012, p. cm. ISBN 978-012-4160-477.
- [16] BURKE, Robert. *Counter-terrorism for Emergency Responders*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2007, 510 s. ISBN 08-493-9923-8.
- [17] KIZLINK, Juraj. *Technologie chemických látek a jejich využití*. 4., přeprac. a dopl. vyd. Brno: VUTIUM, 2011, 546 s. ISBN 978-80-214-4046-3.
- [18] Medistyl. Medis Alarm. chemická databáze. dostupné z: <http://www.medisalarm.cz/>
- [19] STŘEDA, Ladislav, Bedřich UCHYTIL a Tomáš STŘEDA. *Chemické látky Seznamu 2 a 3 podle Úmluvy o zákazu chemických zbraní*. Vyd. 1. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2006, 215 s. ISBN 80-866-4052-3.
- [20] SVOBODA, Jiří. *Organická chemie I*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2005, 291 s. ISBN 80-708-0561-7.
- [21] KIZLINK, Juraj. *Technologie chemických látek a jejich využití*. 4., přeprac. a dopl. vyd. Brno: VUTIUM, 2011, 546 s. ISBN 978-80-214-4046-3.
- [22] KLOUDA, Pavel. *Fyzikální chemie: studijní text pro SPŠCH*. 2., upr. a dopl. vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2002, 139 s. ISBN 80-863-6906-4.

- [23] Roundup WeatherMAX herbicide. *Monsanto.com* [online]. 2014 [cit. 2014-11-19]. Dostupné z: <http://www.monsanto.com/products/documents/2013-roundup-powermax-weathermax-brochure.pdf>
- [24] Monsanto: Roundup PowerMAX. MONSANTO COMPANY. *Monsanto company* [online]. 2014 [cit. 2014-11-19]. Dostupné z: <http://www.monsanto.com/products/pages/roundup-powermax-herbicide.aspx>
- [25] MONSANTO ČR S.R.O. *Bezpečnostní list: Roundup Klasik* [online]. 2013 [cit. 2014-11-19]. Dostupné z: <http://www.sdslibrary.monsanto.com/MSDS%20Datasheet/15bee81b-6858-4c54-a26a-e4b9535f2de3/Roundup%20Klasik-15258CLPcs-cz.pdf>
- [26] ŠVEC, Petr. *Struktura a reaktivita vybraných C,N-chelatovaných organocínitých halogenidů*. Pardubice, 2010. D23212. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10195/38789>. Disertační. VŠChT Pardubice.
- [27] BANKS, R. *Fluorine chemistry at the millennium: fascinated by fluorine*. 1st ed. New York: Elsevier, 2000, xvi, 643 p. ISBN 00-804-3405-3.
- [28] UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Substance Registry Services: Substance Details - Amiton Oxalate* [online]. 2015, 2.2.2015 [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: http://iaspub.epa.gov/sor_internet/registry/substreg/searchandretrieve/advancedsearch/externalSearch.do?p_type=CASNO&p_value=3734-97-2
- [29] SAUNDERS, Bernard Charles. SOME ASPECTS OF THE CHEMISTRY AND TOXIC ACTION OF ORGANIC COMPOUNDS CONTAINING PHOSPHORUS AND FLUORINE. Cambridge: Cambridge University Press, 1957. ISBN 63092. Dostupné z: http://library.sciencemadness.org/library/books/phosphorus_fluorine_toxicity.pdf
- [30] ALFA AESAR WORLDWIDE SALES OFFICES. *Fluorinating Agents in Organic Chemistry*. Ward Hill, Massachusetts: Alfa Aesar, 2015. Dostupné z: <https://www.alfa.com/en/docs/FluorinatingAgents.pdf>
- [31] SLADOJEVICH, F., ARLOW, S.I., TANG, P., a RITTER, T.; Late-Stage Deoxyfluorination of Alcohols with PhenoFluor. The University of Pittsburgh Combinatorial Chemistry Center Publications [online]. 2012, č. 1 [cit. 2015-02-16]. DOI: 10.1021/ja312540S. Dostupné z: http://ccc.chem.pitt.edu/wipf/Current%20Literature/Kara_8.pdf

- [32] EUROPEAN CHEMICAL AGENCY. *REACH - Regulations* [online]. 2015 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://echa.europa.eu/regulations>
- [33] EN.WIKIPEDIA. *Thiodiglycol* [online]. 2014 [cit. 2015-03-11]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Thiodiglycol>
- [34] US EPA ARCHIVE DOCUMENT: R.E.D. FACTS - Ethyl Parathion. *REDs fact sheets* [online]. 2000, č. 1, s. 6 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.epa.gov/opp00001/reregistration/REDs/factsheets/0155fct.pdf>
- [35] AGROBIO OPAVA S.R.O. *AgroBio produkty: Výrobky* [online]. 2015 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.agrobio.cz/vyroby/>
- [36] BAYER S.R.O. *Produkty a řešení: Herbicidy* [online]. 2015 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.bayercropscience.cz/produkty-a-reseni/ochrana-rostlin/herbicidy/>
- [37] BAYER S.R.O. *Produkty a řešení: Insekticidy* [online]. 2015 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.bayercropscience.cz/produkty-a-reseni/ochrana-rostlin/insekticidy/>
- [38] TRADEINDIA.COM. *Methyl Parathion Manufacturers* [online]. 2015 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.tradeindia.com/manufacturers/methyl-parathion.html>
- [39] NATIONAL PESTICIDE INFORMATION CENTER (NPIC). *EXTOXNET Extension Toxicology Network: Pesticide Information Profiles* [online]. 1996 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://extoxnet.orst.edu/pips/malathio.htm>
- [40] OPP OFFICIAL RECORD HEALTH EFFECTS DIVISION SCIENTIFIC DATA REVIEWS EPA SERIES 361: Ethyl Parathion. *US EPA Risk reviews* [online]. 2000, č. 1, s. 33 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: http://www.epa.gov/pesticides/chem_search/hhbp/R151185.pdf
- [41] Methyl Parathion. *PAN-UK.org Pest news* [online]. 1995, č. 1 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.pan-uk.org/pestnews/Actives/methylpa.htm>
- [42] US EPA. *Pesticides: Topical & Chemical Fact Sheets: Methyl Parathion Risk Management Decision* [online]. 1999 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.epa.gov/pesticides/factsheets/chemicals/mpfactsheet.htm>
- [43] EU. O stanovení maximálních limitů reziduí pesticidů v ovoci a zelenině a na jejich povrchu: Směrnice Rady. In: 76/895/EHS. 1976. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:31976L0895>

- [44] Paraoxon. *Wikipedia article* [online]. 2013, č. 1, 2013-02-28 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Paraoxon>
- [45] WEBER, Rocky P., Julius M. COON a Anthony J. TRIOLO. Effect of the Organophosphate Insecticide Parathion and Its Active Metabolite Paraoxon on the Metabolism of Benzo(o)pyrene in the Rat: Department of Pharmacology, Thomas Jefferson University, Philadelphia, Pennsylvania 19107. *Cancer Research*. 1974, roč. 1974, č. 34, s. 6. Dostupné z: <http://cancerres.aacrjournals.org/content/34/5/947.full.pdf>
- [46] Demeton: Datasheets on pesticides No. 60. WHO - WORLD HEALTH ORGANISATION. *Inchem.org* [online]. 1987 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://www.inchem.org/documents/pds/pds/pest60_e.htm
- [47] KLABAN, Vladimír a Michail ŠENOVSKÝ. *Ochrana obyvatelstva - Nebezpečné látky 2015: Ochrana kritické infrastruktury před útokem chemickou látkou*. Ostrava: SPBI, 2015. ISBN 978-80-7385-158-3. Dostupné z: http://www.spbi.cz/index.php?id_document=9859&at=1
- [48] Bezpečnostní list Danadim Progress: Dimethoate. *AgroProtec* [online]. 2013, č. 1 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.agroprotec.cz/data/bl/DanadimProgress.pdf>
- [49] Sloučeniny fosforu. MASARYKOVA UNIVERZITA. *Informační systém Masarykovy univerzity* [online]. 2004 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/el/1431/podzim2004/C1441/skripta/kapitola0705.html>
- [50] Synthesis route for trichlorophosphane. Synthesis from white phosphorus and chlorine. MOLBASE. *Molbase.com: Chemical database* [online]. 2015 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: http://www.molbase.com/en/7719-12-2-moldata-34553_431958.html
- [51] Synthesis route for trichlorophosphane: General synthesis. MOLBASE. *Molbase.com: Chemical database* [online]. 2015 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.molbase.com/en/7719-12-2-moldata-34553.html?pt=synthesis&page=12>
- [52] PATOČKA DRSC., Prof. RNDr. Jiří. Chlortrifluorid - Atypická dusivá otravná látka. In: *10. Konference odborné společnosti vojenských lékařů, farmaceutů a veterinárních lékařů ČSL JEP*. Hradec Králové: Univerzita obrany Hradec Králové, 2010, s. 4. Dostupné z:

http://www.unob.cz/fvz/fakulta/Documents/VZL/2010/2_2010/7_Patocka_chlor.pdf

- [53] Ph.D., WAYMIRE, Jack C., Acetylcholine Neurotransmission. THE UT MEDICAL SCHOOL AT HOUSTON. *NeuroScience Online* [online]. Houston: neuroscience.uth.tmc.edu, 2015 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://neuroscience.uth.tmc.edu/s1/chapter11.html>
- [54] JANEČKOVÁ, Anna. *Organická chemie: studijní text pro SPŠCH*. 2., upr. a dopl. vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2001, 160 s. ISBN 80-863-6904-8.
- [55] Hazardous Substance Fact Sheet: Amiton Oxalate. *New Jersey Department of Health and Senior Services* [online]. 2000, č. 1, s. 6 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/2114.pdf>
- [56] XtalFluor Reagents: Manchester Organics. MANCHESTER ORGANICS. *A Group Company of Navin Fluorine International Limited* [online]. 2015 [cit. 2015-03-31]. Dostupné z: <http://www.manchesterorganics.com/article.php/30/xtalfluor-reagents>
- [57] CREMLYN, R. *An introduction to organosulfur chemistry*. New York: Wiley, c1996, xii, 250 p. ISBN 04-719-5512-4.
- [58] SAICM. *Strategic Approach to International Chemical Management: the web* [online]. Geneva, 2015 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: http://www.saicm.org/index.php?option=com_content&view=article&id=71&Itemid=473
- [59] Tebupirimfos. UNIVERSITY OF HERTFORDSHIRE. *PPDB - Pesticide Properties DataBase* [online]. 2014, 16. 12. 2014 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/1572.htm>
- [60] URAGAN D2: kyanovodík bezpečnostní list. DRASLOVKA KOLÍN A.S. *Asana spol s.r.o.* [online]. 2004, 2012 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCYQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.asanahk.cz%2Furagan-d2&ei=tY4dVZzXB4PuaLvWgagJ&usg=AFQjCNFjgQvfVWbuwq_dAXiaX4SbbDm7HA&sig2=J3gLh8kSdey6ww0YwM0SRw

- [61] MIKA, Otakar J a Jiří PATOČKA. *Ochrana před chemickým terorismem*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2007, 106 s. ISBN 978-80-7040-934-3.
- [62] Phosphine: Phosphorus Compounds. *Wikipedia* [online]. 2015 [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Phosphine>
- [63] Phosphine: Safety Data Sheet P-4643. PRAXAIR.COM. *Praxair Inc.* [online]. 1980, 2015 [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://www.praxair.com/~media/North%20America/US/Documents/SDS/Phosphine%20PH3%20Safety%20Data%20Sheet%20SDS%20P4643.pdf>
- [64] Chlorine: Safety Data Sheet P-4580. PRAXAIR.COM. *Praxair Inc.* [online]. 1979, 2015 [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://www.praxair.com/~media/North%20America/US/Documents/SDS/Chlorine%20Cl%20Safety%20Data%20Sheet%20SDS%20P4580.pdf>
- [65] Bezpečnostní list - sirovodík. LINDE-GAS. *Katalog Linde-gas: Bezpečnostní listy* [online]. 2005, 2014 [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: [http://prodkatalog.linde-gas.cz/international/web/lg/cz/prodcatlgcz.nsf/RepositoryByAlias/BL0073/\\$file/BL0073.pdf](http://prodkatalog.linde-gas.cz/international/web/lg/cz/prodcatlgcz.nsf/RepositoryByAlias/BL0073/$file/BL0073.pdf)
- [66] Bezpečnostní list - amoniak bezvodý. LINDE-GAS. *Katalog Linde-gas: Bezpečnostní listy* [online]. 2005, 2014 [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: [http://prodkatalog.linde-gas.cz/international/web/lg/cz/prodcatlgcz.nsf/RepositoryByAlias/BL-R717/\\$file/BL0002%28R717%29.pdf](http://prodkatalog.linde-gas.cz/international/web/lg/cz/prodcatlgcz.nsf/RepositoryByAlias/BL-R717/$file/BL0002%28R717%29.pdf)
- [67] Hydrogen Arsenide Material Safety Data Sheet. MATHESON TRI-GAS. *Matheson Tri-Gas* [online]. 1989, 2008 [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: [http://prodkatalog.linde-gas.cz/international/web/lg/cz/prodcatlgcz.nsf/RepositoryByAlias/BL-R717/\\$file/BL0002%28R717%29.pdf](http://prodkatalog.linde-gas.cz/international/web/lg/cz/prodcatlgcz.nsf/RepositoryByAlias/BL-R717/$file/BL0002%28R717%29.pdf)
- [68] Cyanogen Bromide. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Cyanogen_bromide
- [69] Cyanogen bromide bezpečnostní list. *Promega Corporation* [online]. 2010, 2010 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.eastport.cz/dokumenty/bl/V611%28CZ%29.pdf>

- [70] Cyanogen Chloride Material Safety Data Sheet. *Megs Inc.* [online]. 1999, 2002 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z:
http://www.megs.ca/MSDS/Pdf/Cyanogen_Chloride.PDF
- [71] HODGSON, Ernest. *A textbook of modern toxicology*. 3rd ed. Hoboken, N.J.: John Wiley, c2004, xxi, 557 p. ISBN 04-712-6508-X.
- [72] Sulfurylfluoride: Material Safety Data Sheet. *Metheson Tri Gas* [online]. 1989, 2008 [cit. 2015-04-05]. Dostupné z:
<https://www.mathesongas.com/pdfs/msds/MAT22380.pdf>
- [73] Formaldehyd: Bezpečnostní list. *Penta Chemicals* [online]. 2010, 2014 [cit. 2015-04-05]. Dostupné z:
http://www.pentachemicals.eu/bezp_listy/f/bezplist_179.pdf
- [74] MF Dnes, Reuters, AFP, Marek DVOŘÁČEK a Jan ZVOLÁNEK. Putin se omlouvá, mrtvých je přes 140. *iDnes.cz/zpravy*. 2002, -. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/putin-se-omlouv-a-mrtvych-je-pres-140-dtr-/zahranicni.aspx?c=A021026_085024_zahranicni_kot

9. Seznamy obrázků a tabulek

Obrázek 1 - Logo organizace OPCW [2]	3
Obrázek 2 - Sídlo OPCW v Nizozemském Haagu[2]	3
Obrázek 3 - Strukturní vzorec brombenzylkyanidu[3]	10
Obrázek 4 - Strukturní vzorec chloracetofenonu[3]	10
Obrázek 5 – Strukturní vzorec látky Clark I (DA, difenylchlorarsan)[3]	11
Obrázek 6 – Příprava difenylchlorarsanu substitucí dle Michaelise a La Coste[3]	12
Obrázek 7 – Strukturní vzorec Clark II. (DC, difenylkyanarsan)[3]	13
Obrázek 8 - Strukturní vzorec Adamsitu (DM) a příprava dle Adamse a Wielanda[3]	13
Obrázek 9 – strukturní vzorec 2-chlorbenzylidenmalonnitril (CS) [3]	15
Obrázek 10 – strukturní vzorec dibenz[b,f]-1,4-oxazepin (CR) [3]	16
Obrázek 11 – strukturní vzorec kapsaicinu (OC)[3]	17
Obrázek 12 – strukturní vzorec N-nonanyl morfolid (analog OC)[14]	17
Obrázek 13 - strukturní vzorec yperitu (H, HD)	21
Obrázek 14 Obecný strukturní vzorec esterů fosforečné kyseliny[3]	22
Obrázek 15 – strukturní vzorec tabunu GA[3]	23
Obrázek 16 – Strukturní vzorec sarinu GB[3]	23
Obrázek 17 – Strukturní vzorec somanu GD	24
Obrázek 18 – Strukturní vzorec cyklosarinu GF (cyklosinu)	26
Obrázek 19 – Strukturní vzorec látky VX	26
Obrázek 20 – Strukturní vzorec látky R-VX	28
Obrázek 21 – strukturní vzorec látky C-VX (Chinese VX)[15]	28
Obrázek 22 - Strukturní vzorec látky GP	29
Obrázek 23 - Některé další organofosforové inhibitory cholinesterázy [15]	29
Obrázek 24 – Znázornění funkce acetylcholinu pro přenos nervového vzruchu[53]	31
Obrázek 25 - Schéma hydrolýzy acetylcholinu za pomoci acetylcholinesterázy[3]	32

Obrázek 26 - schéma inhibice AChE sarinem[3]	33
Obrázek 27 - Schéma inhibice AChE látkou VX[3]	33
Obrázek 28 - Strukturní vzorec malathionu	36
Obrázek 29 - strukturní vzorec Ethyl Parathionu	36
Obrázek 30 - strukturní vzorec Methyl Parathionu	37
Obrázek 31 - strukturní vzorec paraoxonu	37
Obrázek 32 - strukturní vzorec demetonu	38
Obrázek 33 - strukturní vzorec látky tebupirimfos	39
Obrázek 34 - Strukturní vzorec amitonu[3][13][19]	40
Obrázek 35 – Strukturní vzorec kyanovodíku, jeho obou tautomerních forem	41
Obrázek 36 – strukturní vzorec fosfanu	42
Obrázek 37 - Strukturní vzorec fosgenu (CG)[3]	46
Obrázek 38 - Strukturní vzorec difosgenu (DP)[3]	47
Obrázek 39 - Strukturní vzorec trichlornitromethanu	48
Obrázek 40 - Strukturní vzorec chlortrifluoridu[3]	49
Obrázek 41 - Strukturní vzorec perfluorisobutenu	50
Tabulka 1 – slovníček základních pojmů užívaných v oblasti chemických zbraní[3]	7
Tabulka 2 – Fyzikálně-chemické vlastnosti difenylchlorarsanu a jeho toxicita[3]	12
Tabulka 3 – Fyzikálně-chemické vlastnosti Clark II a jeho toxicita[3]	13
Tabulka 4 – fyzikálně-chemické vlastnosti látky DM a toxicita [3].	14
Tabulka 5 – fyzikálně-chemické a toxikologické vlastnosti látky CS [3]	16
Tabulka 6 – Fyzikálně-chemické a toxikologické vlastnosti látky CR [3]	17
Tabulka 7 – Fyzikální vlastnosti kapsaicinu OC[3]	18
Tabulka 8 - Užité obecně jedovaté otravné látky za I. SV[3]	19
Tabulka 9 – seznam dusivých látek nasazených za I. Světové války[3]	19

Tabulka 10 Přehled hlavních nervově paralytických látek (substituenty) [3].....	22
Tabulka 11 – fyzikálně-chemické vlastnosti tabunu GA[3].....	23
Tabulka 12 – Fyzikálně-chemické vlastnosti sarinu a jeho toxicita[3].....	24
Tabulka 13 – Fyzikálně-chemické vlastnosti somanu GD a jeho toxicita[3].....	25
Tabulka 14 – Fyzikálně-chemické vlastnosti cyklosarinu GF[3].....	26
Tabulka 15 – Fyzikálně-chemické vlastnosti látky VX a její toxicita[3].....	27
Tabulka 16 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti kyanovodíku[3][18][60]	41
Tabulka 17 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti fosfanu[63].....	42
Tabulka 18 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti chloru[64]	42
Tabulka 19 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti sirovodíku[65]	43
Tabulka 20 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti amoniaku[66].....	43
Tabulka 21 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti arsanu[67]	44
Tabulka 22 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti bromkyanu[68][69].....	44
Tabulka 23 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti	45
Tabulka 24 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti sulfurylfluoridu[72]	45
Tabulka 25 - Fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti formaldehydu[73]	46
Tabulka 26 - Fyzikálně-chemické vlastnosti fosgenu a jeho toxicita[3].....	47
Tabulka 27- Fyzikálně-chemické vlastnosti difosgenu[3]	48
Tabulka 28 - Fyzikálně-chemické vlastnosti chlorpikrinu (PS) a jeho toxicita[3]	49
Tabulka 29 - Fyzikálně-chemické vlastnosti chlortrifluoridu[3]	50
Tabulka 30 - předpokládané hodnoty toxicity PFIB[3]	50

10. Přílohy

Příloha č. 1

Příloha je neveřejná.

Obsahuje údaje z oblasti krizového řízení, které by v případě zneužití mohly vést k znemožnění nebo omezení činnosti orgánu krizového řízení, ohrožení života a zdraví osob, majetku, životního prostředí nebo podnikatelského zájmu právnické osoby nebo fyzické osoby vykonávající podnikatelskou nebo jinou obdobnou činnost, a které jsou podle § 27 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), ve znění pozdějších předpisů, označeny jako „Zvláštní skutečnosti“.